



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y
COMPUTACION
(FEC)

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL
DE PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL.

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO.

AUTOR: BR NUBIA YAMILETH CALERO LORIO

TUTOR: MSC ING NAPOLEON BLANCO OROZCO

MANAGUA, NICARAGUA SEPTIEMBRE DE 2013

DEDICATORIA

Les dedico el siguiente trabajo monográfico:

A mis padres Juan Carlos Calero y Nadia Lorío, por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi vida, por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad;

A mi esposo, Rolando, mis hijos David y Kevin que son la razón de mi esfuerzo por culminar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Señor por haberme dado la vida, la salud, las fuerzas y la inteligencia, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi esposo y mis hijos por su comprensión y ayuda para poder culminar este trabajo monográfico.

Agradezco además:

A mi tutor por haberme orientado en el área científica técnica ya que gracias a su colaboración he logrado finalizar este trabajo monográfico.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme brindado su apoyo facilitándome todos los recursos tanto económicos como tecnológicos y educativos.

Al personal de la biblioteca universitaria por haberme brindado todo el material disponible para mi investigación.

A todos mis familiares y amistades que de alguna manera han influido de una u otra forma alentándome para seguir adelante.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente Guía Metodológica constituye un aporte concerniente a los estudios de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural. Está desarrollado este tema en cinco capítulos que se interrelacionan entre sí para formar la guía metodológica, los capítulos son en orden de estructuración referentes a: Problemas Ambientales, Tecnología de las pequeñas centrales eólicas, Marco legal de Nicaragua para estudios de impacto ambiental utilizando energías renovables, Metodología para el Estudio de Impacto Ambiental y los estudios de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas con un ejemplo práctico.

En el primer capítulo, se describen los problemas ambientales ocasionados por la utilización de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural, ya que a pesar de que la energía eólica proviene del viento y es considerada una energía limpia, estos sistemas también generan impactos al medio ambiente. De manera que solo con el desarrollo sostenible se lograra compatibilizar el continuo crecimiento económico con la protección del medio ambiente.

En el segundo capítulo se expone la tecnología utilizada por las pequeñas plantas eólicas ya que si se introducen las medidas constructivas necesarias en la fabricación de los aerogeneradores, serán menores los efectos adversos que las instalaciones eólicas ocasionen sobre el medio ambiente como por ejemplo en la avifauna, ruido, efecto electromagnético, vibraciones e incluso sobre los factores inertes como el clima, la temperatura etc. Otro aspecto importante del estudio de la tecnología eólica es la selección adecuada del aerogenerador de acuerdo a la capacidad de energía que se pretende utilizar para que el rendimiento del aerogenerador sea el óptimo.

En el tercer capítulo se aborda el marco legal de Nicaragua relacionado con el estudio de impacto ambiental de proyectos de electrificación rural empleando energías renovables. Se considera también el sistema de evaluación ambiental que se utiliza actualmente, que incluye un nuevo ordenamiento en las actividades, proyecto, obras e industrias, sujetas a realizar estudios de impacto

ambiental. De igual manera se tomara en consideración las etapas de desarrollo de proyectos utilizando fuentes renovables y los permisos que estos necesitan para su ejecución.

.

En el cuarto capítulo se exponen los diferentes métodos que existen en la temática de la evaluación del impacto ambiental. Es importante conocer el trabajo que han hecho los expertos en el tema para que por medio de sus estudios se realice la selección de la metodología adecuada para la naturaleza del proyecto a ejecutar. Se dan a conocer las diferentes metodologías utilizadas y se realiza una comparativa para la selección de la metodología propuesta en esta guía metodológica

En el capítulo cinco se propone la Guía Metodológica para el estudio de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas en una forma sencilla y veraz, tomando en consideración los aspectos sobre tecnología y medio ambiente, las leyes vigentes en nuestro país. La propuesta del procedimiento metodológico para documentar y evaluar los estudios de impacto ambiental se concluye con un ejemplo práctico de un proyecto micro eólico que se instalará en una finca rural del municipio de Condega, Estelí. El proyecto será elaborado especialmente para la presentación de la Guía Metodológica.

La metodología que se utilizará para la evaluación ambiental será la de Vicente Conesa Simplificada:

- a) Para la Identificación de las acciones impactantes se hará uso de las listas
- b) Para la Identificación de los factores impactados se utilizará la matriz simple
- c) Para la Identificación de los factores Causa-Efecto se hará por medio de la matriz de importancia mediante la valoración cualitativa del impacto ambiental.

Se presentaran las medidas de mitigación de los impactos más significativos, el plan de monitoreo y control y el análisis de riesgos tanto para fenómenos naturales como Antropicas. El resultado del estudio de impacto deberá entregar la información sobre los impactos que pueden producir sobre su entorno, la instalación y desarrollo de un proyecto con el fin de establecer las medidas para mitigarlos y seguirlos y en general proponer toda una reducción o eliminación de su nivel de significancia.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
JUSTIFICACION	3
1 CAPITULO I Problemas Ambientales	5
1.1 Introducci3n Medio Ambiente	6
1.2 Principales problemas medioambientales	7
1.2.1 El cambio clim3tico	8
1.2.2 Reducci3n de la capa de ozono	9
1.2.3 La perdida de la biodiversidad	9
1.2.4 La contaminaci3n	10
1.2.5 El agotamiento de los recursos	10
1.3 Problemas ambientales ocasionados por generaci3n e3lica	11
1.3.1 Impacto visual	12
1.3.2 Ruido	14
1.3.3 Biodiversidad	18
1.3.3.1 Flora	18
1.3.3.2 Fauna	19
1.3.4 Interferencia magn3tica	21
1.3.5 El clima	22
1.3.6 El suelo	22
1.3.7 El impacto de la l3nea el3ctrica que conecta al parque	22
1.4 Problemas ambientales ocasionados por las Pequeñas Plantas E3licas	23
1.4.1 Impacto visual	23
1.4.2 Ruido	23
1.5 Conclusiones	24
 2 CAPITULO II Tecnolog3a de las pequeñas Centrales E3licas	
 2.1 Introducci3n	 26
2.2 Del viento a la energ3a e3lica.	27

2.2.1	Funcionamiento del aerogenerador.	29
2.2.2	Energía generada por un aerogenerador.	30
2.2.3	El rendimiento de los aerogeneradores.	34
2.3	Las turbinas micro eólicas	35
2.3.1	Características de las turbinas	35
2.3.2	Tecnología de un sistema micro eólico	38
2.3.2.1	Componentes del aerogenerador micro eólico	39
2.3.2.2	Componentes del sistema micro eólico	42
2.3.3	Elección del tamaño del aerogenerador	45
2.3.4	El Sistema Micro Eólico y sus Aplicaciones	48
2.3.4.1	Aplicaciones de la energía micro eólica	48
2.3.5	Sistemas Híbridos	51
2.4	Conclusiones	53

3. CAPITULO III Marco Legal de Nicaragua para proyectos Con energía renovable.

3.1	Introducción	56
3.2	La gestión ambiental en Nicaragua	57
3.3	El sistema de evaluación de impacto ambiental en Nicaragua	58
3.4	Etapas de desarrollo de proyectos utilizando fuentes Renovables	61
3.5	Estudios ambientales en la formulación de proyectos de Energía renovable.	64
3.5.1	Permisos para uso de recursos	65
3.5.2	Permisos de construcción	66
3.5.3	Permisos Ambientales	67
3.6	Esquema de gestión ambiental administrativa de proyectos Eólicos.	68
3.7	Conclusiones	70

4. CAPITULO IV Metodología Propuesta

4.1	Introducción	73
4.2	Marco Teórico	74
4.2.1	Métodos para identificar alternativas	75
4.2.2	Métodos para ponderar factores	76
4.2.3	Métodos para identificación de impactos	76
4.2.4	Métodos par evaluación de impactos	81
4.3	Metodologías diseñadas para identificar, valorar y evaluar Impactos	86
4.3.1	Metodología según Conesa	87
4.3.2	Metodología según Gómez Orea	91
4.3.3	Metodología según Arboleda	95
4.4	Evaluación de las metodologías usadas	97
4.5	Metodología Propuesta	99
4.5.1	Descripción del método para identificar impactos	99
4.5.2	Elección de la Metodología	99
4.5.3	Principales ventajas de la metodología	99
4.5.4	Características de la Metodología seleccionada	99
4.5.5	Procedimiento para la evaluación ambiental	100
4.5.6	Metodología para la Mitigación, Compensación, Seguimiento Y Control	103
4.6	Conclusiones	104

5 CAPITULO V Estudio de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas

5.1	Introducción.	107
5.2	Estructura del Estudio de Impacto Ambiental.	109
5.3	Guía Metodológica para elaborar un Estudio de Impacto	110
	<i>Paso1</i> Marco Institucional y Legal	110
	<i>Paso2</i> Descripción del área donde se ejecutara el proyecto	110
	<i>Paso3</i> Límites del área de influencia del proyecto	110

<i>Paso4</i>	Descripción del área de influencia “Línea Base Ambiental”	111
<i>Paso5</i>	Identificación, predicción y valoración de impactos	113
<i>Paso6</i>	Pronóstico de la calidad ambiental	113
<i>Paso7</i>	Medidas Ambientales	114
<i>Paso8</i>	Análisis de Riesgo	114
<i>Paso9</i>	Programa de Gestión Ambiental	115
<i>Paso10</i>	Conclusiones	115
<i>Paso11</i>	Bibliografía	115
<i>Paso 12</i>	Anexos	115
<i>Paso 13</i>	Nombre, firma y calificación del equipo multidisciplinario	115
5.4	Metodología para la identificación y evaluación del Impacto Ambiental	116
5.5	Medidas Correctoras y Plan de Manejo Ambiental	117
5.5.1	Medidas Correctoras	117
5.6	Análisis de Riesgos	117
5.7	Programa de Manejo Ambiental	119
5.8	EJEMPLO PRÁCTICO	120
5.9	Conclusiones	155
Conclusiones de la Monografía		157
Recomendaciones		159
Bibliografías		161
Anexos		165

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	NOMBRE	PAG
Figura 1	Impacto visual del parque eólico Amayo	12
Figura 2	Foto aérea del parque eólico Amayo1 en la que Se observa el impacto sobre la flora y la ocupación Del terreno.	18
Figura 3	Impacto sobre las aves, parque eólico Amayo1.	20
Figura 4	Paso de velocidad del viento a potencia eléctrica.	28
Figura 5	Esquema del aerogenerador y de una instalación eólica	29
Figura 6	Curva de un aerogenerador.	33
Figura 7	Aerogenerador multipala – Aerogenerador tripala.	36
Figura 8	Maquina Darrieus – Maquina Savonius.	36
Figura 9	Turbina micro eólica con sensor de dirección.	38
Figura 10	Sistema micro eólico hibrido de 600W (CEMUPRODEL)	38
Figura 11	Componentes de un aerogenerador.	40
Figura 12	Instalación eólica de pequeña potencia.	43
Figura 13	Sistema hibrido eólico-solar.	52
Figura 14	Ciclo de vida de un proyecto de energía renovable	61
Figura 15	Esquema de Gestión Administrativa de Proyectos Eólicos	69
Figura 16	Listado-Cuestionario Parcial de Impactos	77
Figura 17	Esquema Grafico de redes de un proyecto X	78
Figura 18	Ejemplo de Red de Impactos .	79
Figura 19	Modelo de Matriz de Leopold	82
Figura 20	Parámetros Ambientales Método Batelle Columbus	84
Figura 21	Formas básicas de las funciones de transformación	91
Figura 22	Matriz de Impacto Método Gómez Orea	94

Figura 23	Proceso Metodológico para documentar y evaluar impactos	102
Figura24	Proceso Metodológico para evaluar impactos	116
Figura25	Resumen del proceso para estudios de impacto	119
Figura26	Macro localización del proyecto micro eólico	122
Figura27	Micro localización del proyecto micro eólico	123
Figura28	Partes del sistema micro eólico	124
Figura29	Rosa de vientos	129
Figura30	Mapa Hidrogeológico-Hidrogeoquímico	130
Figura31	Fotos del paisaje predominante en la finca Los Martínez	135
Figura32	Grafico de los impactos totales por medio afectado	141
Figura33	Grafico del total de impactos positivos y negativos	142

INDICE DE TABLAS

TABLA	NOMBRE	PAG
Tabla 1	Niveles de ruido típicos comparados con el de un parque Eólico distante.	16
Tabla 2	Variación del ruido con la distancia de los aerogeneradores Típicos.	17
Tabla 3	Niveles de Ruido Máximos y Permisibles en Managua.	17
Tabla 4	Características de los rotores eólicos.	37
Tabla 5	Características de los aerogeneradores.	45
Tabla 6	Consumo eléctrico de una vivienda.	47
Tabla 7	Categorías para la industria eléctrica	59
Tabla 8	Clasificación general de las metodologías de EIA.	75
Tabla 9	Tipos de listas de chequeo en base a su nivel de Desarrollo.	79
Tabla 10	Principales ventajas y desventajas de algunos métodos De identificación de impactos	81

Tabla 11	Componentes ambientales en la metodología de Valoración cualitativa	88
Tabla 12	Criterios de valoración en la metodología de Conesa	89
Tabla 13	Calificación de la importancia del impacto	90
Tabla 14	Criterios de valoración según Gómez Orea	92
Tabla 15	Criterios de valoración según Arboleda	95
Tabla 16	Calificación de la importancia según Arboleda	97
Tabla 17	Matriz de impacto según Arboleda	97
Tabla 18	Tabla comparativa de algunas metodologías utilizadas Para los estudios de impacto ambiental	98
Tabla 19	Resumen de la normativa aplicable a proyectos que utilicen sistemas eólicos para la generación de energía eléctrica	121
Tabla 20	Monto de inversión del sistema micro eólico	106
Tabla 21	Etapas del proyecto micro eólico	107
Tabla 22	Tipología de la vegetación del sitio del proyecto	131
Tabla 23	Listas de chequeo para la identificación de las acciones Impactantes del sistema micro eólico	137
Tabla 24	Matriz simple para identificar los factores impactados del Sistema micro eólico	138
Tabla 25	Criterios de valoración de impactos	139
Tabla 26	Calificación de la importancia del impacto ambiental	140
Tabla 27	Resumen de la matriz de cuantificación de la importancia	140
Tabla 28	Impactos totales por medio ambiente afectado	141
Tabla 29	Total de impactos positivos y negativos por tipo	142
Tabla 30	Total de impactos positivos y negativos por etapa	142
Tabla 31	Medidas de mitigación en la etapa de construcción	147
Tabla 32	Medidas de mitigación en la etapa de operación	149
Tabla 33	Medidas de mitigación en la etapa de desmantelamiento	150
Tabla 34	Acciones y tareas según la naturaleza del riesgo	151
Tabla 35	Plan de monitoreo ambiental del sistema micro eólico	152

INDICE DE ANEXOS

FIGURA	NOMBRE
Anexo I	Resumen de los principales acuerdos multilaterales sobre Medio Ambiente (AMUMA)
Anexo II	Sitios importantes para las aves en Nicaragua
Anexo III	Ficha Técnica Aero Generador Bergey 1Kw BWC XL.1
Anexo IV	Lista de Precios de aerogeneradores Marca Bergey
Anexo V	Listado de áreas protegidas de Nicaragua
Anexo VI	Muestra de Formulario Ambiental
Anexo VII	Muestra de Inspección Ambiental
Anexo VIII	Muestra de Autorización Ambiental
Anexo IX	Matriz de Importancia Etapa de Construcción
Anexo X	Matriz de Importancia Etapa de Operación y Mantenimiento
Anexo XI	Matriz de Importancia Etapa de Desmantelamiento
Anexo XII	Matriz de Valoración de Impactos del Proyecto Micro Eólico

INTRODUCCIÓN

Todo uso de las fuentes de energía, aún de las renovables, involucra frecuentemente efectos ambientales que deben ser identificados siempre que sea posible. Para ello se hace necesario realizar los estudios del impacto ambiental que generan estas fuentes de energía en el ambiente, este procedimiento es llamado Estudio de Impacto Ambiental.

Para una correcta evaluación del impacto ambiental se debe considerar todo el ciclo de vida de cada fuente de energía, por ejemplo desde la fabricación de los materiales necesarios para el aprovechamiento energético, su operación y hasta su desmantelamiento. Es importante conocer el tipo de materiales que se utilicen como materia prima por ejemplo el acero, cobre y aluminio ya que estos generan problemas ambientales por emisiones de polvos y compuestos fluorados.

La electrificación rural es muy necesaria para impulsar el desarrollo de actividades productivas, comerciales, educativas, sociales y, en fin, todas las actividades donde la electricidad sea un recurso necesario, con ello se mejoran las condiciones de vida de la población. Los proyectos de electrificación rural son poco atractivos para el sector privado por su baja rentabilidad y a veces tienen que ser subsidiados, por organismos no gubernamentales, de donde deriva la importancia de que usuarios de las comunidades dispongan de una metodología que les dé acceso a los planes de desarrollo de la Comisión Nacional de Energía, ya que aunque esta instancia disponga de una planificación de la electrificación rural a nivel nacional, siempre será necesario que los demandantes presenten proyectos que reúnan el mínimo de los requisitos necesarios para ser considerados como potenciales beneficiarios.

Se pretende por medio de este documento proponer una guía metodológica para pequeños sistemas eólicos de aplicación rural de hasta 15kw como solución para el abastecimiento de energía renovable limpia con el objetivo fundamental de evitar el uso de plantas eléctricas que operan con combustible fósil como el diesel; minimizando así los impactos ambientales negativos que estas producen y disminuyendo los costos de instalación, generación y operación.

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una guía metodológica para el estudio del impacto ambiental producido por pequeñas plantas eólicas de aplicación rural de hasta 15 KW.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los problemas ambientales ocasionados por la utilización de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural.
- Estudiar el marco legal de Nicaragua relacionado con el estudio de impacto ambiental de proyectos de electrificación rural empleando energías renovables.
- Proponer un procedimiento metodológico para documentar y evaluar los impactos ambientales ocasionados por la utilización de pequeñas plantas eólicas de hasta 15Kw.

JUSTIFICACIÓN

La energía eólica se está utilizando como una herramienta para luchar contra el cambio climático y por ello su innegable valor, sin embargo, la producción de energía eólica no está exenta de consecuencias negativas, tanto para la sociedad como para la conservación de la naturaleza.

La ausencia de una Evaluación Ambiental Estratégica de planes y programas de energía eólica podría propiciar que la rápida proliferación de parques eólicos que se han estado desarrollando en nuestro país se estuviesen ejecutando en muchas ocasiones sin una adecuada planificación y seguimiento de éstos, generándose con ello un incremento de los efectos negativos al medio ambiente de los que normalmente provocan.

El contenido de esta guía es aplicable a todos los proyectos que comprendan la utilización de energía eólica para la generación de energía eléctrica en comunidades rurales. Haciendo uso de estudios de impacto ambiental para garantizar la preservación de los recursos naturales según como norman las leyes de nuestro país.

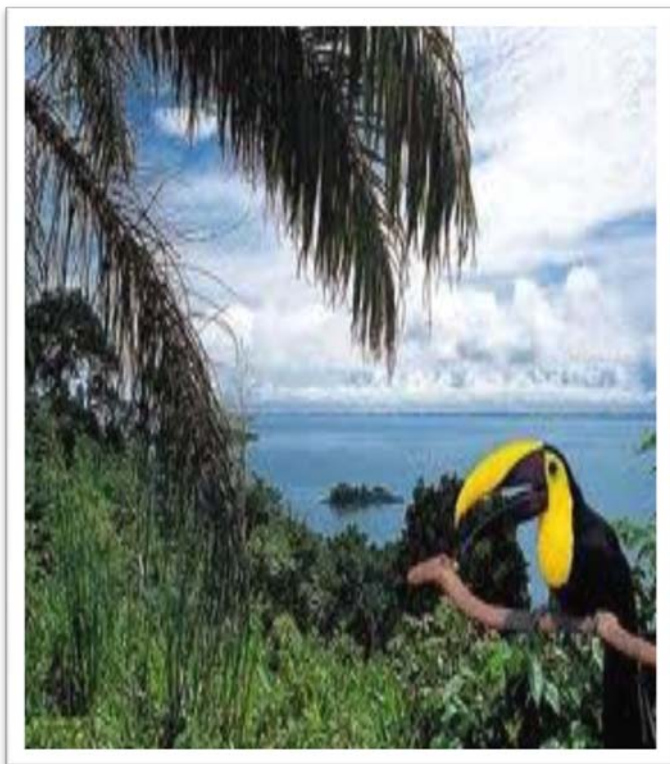
Para un estudio correcto del impacto ambiental se requiere el conocimiento de la estructura y funcionamiento del ecosistema comprometido con el emplazamiento del proyecto así como el mismo proyecto. Particularmente en el caso de los proyectos eléctricos el desarrollo de estos estudios implica el conocimiento del proyecto como del ambiente afectado al margen de la naturaleza y/o tipo de la actividad eléctrica.

El proceso de evaluación de impacto ambiental permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos de acciones humanas, aumentando los beneficios y disminuyendo las alteraciones ambientales no deseadas. El propósito es asegurarse que las normas ambientales se reconozcan desde el inicio de los proyectos de electrificación y se protejan a través de decisiones pertinentes.

El deterioro en que se encuentra el medio ambiente, exige que se asuman responsabilidades sobre la contaminación ambiental y los peligros que representan para el desarrollo de nuestra sociedad, con la finalidad de contribuir a contrarrestarlos. Defender el medio ambiente es parte del deber de todo nicaragüense, ya que se convierten en agentes dinámicos y así se fomenta la cooperación que garantizará un mejor futuro y un país más sano.

Una forma de participar activamente en la defensa del medio ambiente lo constituye tomar acciones para generen cambios significativos en nuestro entorno esto se podrá lograr si se aprovechan fuentes de energía limpia en localidades rurales con el fin de preservar los recursos naturales. Esta acción permitirá avanzar tecnológicamente, satisfacer las necesidades energéticas y mejorar el nivel de vida a pequeños productores rurales o dueños de fincas en zonas remotas donde no hay acceso a la energía proveyéndoles toda la información necesaria para la construcción de pequeños sistemas eólicos para el aprovechamiento de energía limpia, propia, segura y sin necesidad de interconectarse a la red existente.

Otro de los propósitos de este trabajo monográfico es el de contribuir al desarrollo de los sistemas aislados del país, que son de vital importancia para el progreso socio-económico de estas zonas, proveyéndoles esta guía metodológica para proyectos de electrificación rural, con el objetivo de obtener una mayor eficiencia de la operatividad a bajos costos de la empresa o proyecto.



DESCRIPCION BREVE:

Este capítulo aborda la problemática del medio ambiente y las afecciones causadas por pequeñas plantas eólicas de aplicación rural.

CAPITULO I

PROBLEMAS AMBIENTALES

TRABAJO MONOGRAFICO

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL DE HASTA 15 KW.

1.1 Introducción Medio Ambiente

Desde que el hombre existe en la tierra, sus actividades han dejado huella en el medio que lo rodea. Entre los seres vivos es el único capaz de modificar su entorno natural para adaptarlo a sus necesidades debido a su capacidad de raciocinio y a medida que ha crecido la población humana también ha ido creciendo esta capacidad de adopción que se consolida en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Esta capacidad de modificación ha traído como consecuencia daños y alteraciones a la naturaleza que con el paso del tiempo se han vuelto daños severos y hasta en algunos casos irreversibles a medida que se desarrollan los procesos industriales, se concentra la población en las ciudades, la agricultura se tecnifica y se introducen gran cantidad de sustancias químicas en el ambiente como consecuencia del desarrollo urbano, agrícola e industrial.

El uso de sustancias petroquímicas como los plásticos, pesticidas, aditivos para alimentos, solventes, detergentes y combustibles, las cuales al final de su ciclo de vida, provocan un daño severo al ambiente y a los recursos naturales. En el pasado se utilizaban de manera indiscriminada por desconocimiento de los efectos tan negativos que generaban, ya que la tecnología no estaba lo suficientemente avanzada para que el hombre se enterara del impacto negativo que estaba causando al utilizar este tipo de sustancias.

Como ejemplo de este impacto negativo es el que generaba el uso del muy conocido pesticida DDT el cual se aplicaba en cultivos y hogares para controlar los mosquitos y otros insectos. Así también se creía que el uso del refrigerante no causaba daños al medio ambiente pero estudios posteriores han demostrado que este producto es el principal causante de daño en la capa de ozono debido a la radiación ultravioleta. (Frers, 2005)

Las acciones humanas afectan de manera evidente a multitud de ecosistemas, modificando con ello la evolución natural del globo. La idea de nuestro planeta como fuente ilimitada de recursos se va diluyendo a fuerza de subestimar el

valor del mismo. En la actualidad algunos países han venido creando políticas de protección (*Ver Anexo I*) y han mejorado las leyes que protegen el medio ambiente, también se han venido desarrollando nuevas tecnologías de explotación de recursos energéticos para controlar y evitar la generación y emisión de sustancias altamente contaminantes.

Se puede hablar entonces de la importancia de considerar un desarrollo sostenible para lograr compatibilizar el continuo crecimiento económico con la equidad social y con la protección y administración eficaz y eficiente del ambiente. *“Este es un camino que países pobres y ricos deben hacer juntos para tener éxito, ya que los asuntos ambientales se han convertido en un tema global. Es aceptado que lo ocurrido en un rincón del mundo puede ser causa de un efecto que se materializa en otro sector distante”.* (Espinoza, 2007)

1.2 Principales problemas medioambientales

Se consideran problemas medioambientales a los cambios producidos por las actividades humanas y que generan una disminución de la calidad de vida de las poblaciones humanas, llegando incluso a comprometer su supervivencia. Estos problemas están muy asociados a los problemas sociales, como las guerras y el hambre, y en general a las políticas internacionales, y a las decisiones que toman los diferentes países, en particular los más ricos. Todos los seres humanos son vulnerables a los cambios que se producen en el ambiente, pero unos más que otros. En general se consideran más vulnerables a los grupos más pobres debido a que tienen menos opciones para enfrentarse a estos cambios.

Los problemas ambientales a escala mundial o problemas ambientales globales son los que afectan en mayor o menor medida a todas las poblaciones humanas y que por lo tanto su resolución es importante para toda la humanidad. Dentro de estos problemas se pueden incluir los siguientes: *El cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y el agotamiento de los recursos.*

1.2.1 El cambio climático

La temperatura del planeta cambia a lo largo del tiempo de manera natural. En la actualidad la temperatura media del planeta Tierra (de 15° C) ha aumentado considerablemente debido a que se está produciendo un fenómeno llamado calentamiento global o un aumento debido a las emisiones de gases de efecto invernadero con consecuencias predecibles si no se frena con el tiempo. El efecto invernadero es un efecto natural y necesario para el mantenimiento de la temperatura en el planeta Tierra. Se basa en que estos gases de efecto invernadero no dejan escapar el calor que se recibe a través de la radiación solar, de forma que el planeta se calienta.

Si no existiese este efecto, se calcula que la temperatura media de la Tierra sería de unos 30° C inferior a la actual, por lo que sería un planeta helado. Gracias al efecto invernadero se dan los climas que existen en la actualidad, pero un calentamiento del planeta, aunque pudiese considerarse como un proceso natural, puede tener efectos desastrosos para los seres humanos por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de evaluar las políticas y las actividades humanas.

Entre las consecuencias más desfavorables del calentamiento global se pueden mencionar las siguientes:

- Fusión de los polos
- Aumento del nivel del mar
- Pérdida de la superficie habitable por el ser humano
- Pérdida de cosechas
- Migración de especies
- Extinción de especies que no puedan emigrar
- Enfermedades

1.2.2 Reducción de la capa de ozono

Uno de los estratos de la Estratosfera tiene una alta concentración de ozono (O_2). La capa de ozono tiene la propiedad de filtrar los rayos ultravioletas de la luz solar, de forma que este tipo de radiación llega muy disminuida a la superficie terrestre. La radiación ultravioleta dificulta la fotosíntesis de las plantas disminuyendo su crecimiento y debilitan el sistema inmune de los animales, favoreciendo la aparición de cánceres.

Algunos compuestos industriales liberan cloro (Cl) o bromo (Br) a la atmósfera y estos elementos llegan a la Estratosfera en pocos años desde su emisión. Una vez allí, cada molécula de cloro o bromo puede destruir miles de moléculas de ozono, durante los aproximadamente 20 años que puede persistir en esta capa. Esto ha producido un gran agujero en la capa de ozono en el hemisferio sur y otro más pequeño en el norte. A partir de convenios internacionales, (*Ver Anexo I*), se ha conseguido prohibir en todos los países la emisión de la mayor parte de estos compuestos (compuestos cloro-flúor carbonatados CFCs, bromuro de metilo), buscando alternativas para los mismos. Probablemente se puede considerar el mayor éxito en la actualidad con la política ambiental internacional, aunque habrá que esperar muchos años para que el agujero empiece a disminuirse ya que el cloro y bromo emitido años atrás es el que está actuando ahora.

1.2.3 La pérdida de la biodiversidad

La biodiversidad a una escala global se considera como la suma de todas las especies existentes en el planeta (animales, vegetales, hongos, protozoos y bacterias). Todas las especies tienen un papel dentro de su ecosistema de forma que su pérdida produce una inestabilidad en la función de los mismos. Además cada especie tiene un potencial de uso por parte del ser humano que se pierde para siempre cuando la especie se extingue. Un ecosistema puede regenerarse siempre que las especies que lo componen no se hayan extinguido. La extinción es un proceso irreversible de pérdida de recursos genéticos y de información. Se puede considerar como una pérdida de patrimonio para las generaciones futuras.

La ocupación de los ecosistemas naturales para diferentes usos y la falta de una gestión adecuada están llevando a la pérdida de muchas especies a una velocidad muy superior a la natural, lo que se considera un proceso de extinción masiva como el producido al final del cretácico cuando se extinguieron todos los dinosaurios y muchas otras especies.

1.2.4 La Contaminación

Algunas actividades humanas producen una serie de desechos que contaminan los diferentes agentes ambientales: suelo, agua y aire. Gran parte de esta contaminación produce efectos irreversibles en los ecosistemas. Los tipos de contaminación que se consideran más peligrosos por su persistencia a largo plazo son: la contaminación radioactiva y la contaminación bio-acumulativa, que persiste en los tejidos vivos, transmitiéndose de un organismo a otro a través de la cadena trófica, de forma que se acumula en cada paso llegando a tener concentraciones muy nocivas en los eslabones superiores, incluido el ser humano. Estos contaminantes bio-acumulativos son muchos metales pesados (cadmio, plomo, mercurio), insecticidas como el DDT (del que todos tenemos cierta cantidad acumulada), toxinas, etc. Otros contaminantes tienen como efecto principal la pérdida de recursos necesarios para los seres humanos, al no poderse utilizar el suelo o el agua contaminados.

1.5.5 El agotamiento de los recursos naturales

A pesar de que ya se superan los siete mil millones de seres humanos, según datos de la ONU en 2013, en el planeta la población sigue creciendo de forma exponencial, con lo que la falta de recursos suficientes para todos ya es un hecho. Expresiones como que no existe cobre en las minas para que todos los habitantes del planeta tengan un coche hacen pensar que la escasez de recursos es un problema grave. Da igual la cantidad total de recursos que haya si estos se destruyen y la población crece de forma exponencial, terminaran por agotarse que es lo que está ocurriendo en la actualidad.

Pero el problema no es solo el hierro casi todos los metales están agotándose a una velocidad cada vez mayor al igual que casi todos los recursos no renovables, mientras que muchos recursos renovables (madera, suelo agrícola, pesca) son sobre explotados por exigencias del mercado, destruyéndose para siempre. Con los recursos energéticos pasa algo parecido, los yacimientos de petróleo barato escasean y se producen guerras para controlar los mejores, pero esto no evitara que tarde o temprano ya no sea rentable como fuente de energía.

Con el agua dulce y los recursos alimenticios el problema es similar: la seguridad alimentaria global es cada vez menor y los suelos fértiles disminuyen por erosión o contaminación. En algunos casos la solución está en buscar nuevos recursos que sustituyan a los que se agotan, pero siempre se deberían preservar los recursos renovables utilizándose de forma sostenible, para no comprometer la supervivencia de las generaciones futuras.

1.3 Problemas ambientales ocasionados por la generación eólica

La generación de energía eólica proviene del aprovechamiento del viento, que es un efecto indirecto de la energía que genera el sol. La energía que llega a la Tierra no se distribuye uniformemente debido a las variadas características de las superficies sobre las que incide (especialmente masas de agua y continentes) y a la diferente inclinación respecto al sol de los diferentes puntos de la esfera terrestre. Esto origina unas diferencias de temperaturas en la atmósfera, que al tender a igualarse generan corrientes de aire.

Este efecto ha sido aprovechado utilizando una tecnología únicamente mecánica desde tiempos pretéritos para moler grano o mover el agua. Actualmente la tecnología empleada para aprovechar la energía del viento transforma la energía mecánica en eléctrica permitiendo cualquier uso de la misma. Los parques eólicos empezaron a extenderse en el último cuarto del siglo XX por los países industrializados como alternativa a la dependencia energética del petróleo. Este factor y las implicaciones de los combustibles fósiles en el cambio climático han potenciado tanto la instalación de parques como las inversiones en tecnología. Los impactos en el medio ambiente que produce una planta eólica dependen

principalmente del sitio elegido para su emplazamiento, del tamaño de la planta y de la distancia de esta a las zonas pobladas. En grandes parques eólicos los principales impactos son: visual, ruido y la pérdida de biodiversidad sobre la flora y la fauna.

1.3.1 Impacto Visual

El impacto visual está relacionado con la presencia de las maquinas eólicas en el paisaje, y es el elemento adverso que más frecuentemente se emplea contra los aerogeneradores, y constituye el principal factor que determina las actitudes institucionales y personales hacia la instalación de plantas eólicas. Los aerogeneradores son objetos visibles, por lo que inevitablemente constituyen una intrusión en el paisaje y por tanto producen impacto visual, al igual que cualquiera otra instalación como fábricas, industrias termoeléctricas, líneas eléctricas, autopistas, etc.

Fig.1 *Impacto visual del parque Amayo.*



Fuente: Propia.

Debido a que estos objetos se encuentran en movimiento de rotación provocan impactos aun más perceptibles en medio del paisaje que los rodea (Fig.1). El impacto visual es el impacto ambiental más difícil de cuantificar, por cuanto posee un componente subjetivo que resulta decisivo y a la vez imposible de estimar. Un parque eólico puede ser atractivo si está constituido por pocas

maquinas, pero si se trata de grandes instalaciones con una gran cantidad de maquinas, es necesario tener en cuenta el impacto visual y las medidas para atenuarlo.

Ciertas personas consideran que afea el paisaje y que son desagradables a la vista mientras que para otras personas son hermosas y esbeltas maquinas que aprovechan el poder del viento. Inclusive, los que tienen opiniones adversas pueden cambiarlas con el tiempo, y llegan a admitir a los aerogeneradores dentro del paisaje mismo como elementos “naturales” componentes de este. (Moreno, 2009). Es obvio que mientras más armonicen los aerogeneradores con el paisaje, menor será el impacto visual, y este es un elemento a tener en cuenta en el proyecto.

Los efectos visuales de un parque eólico dependen de varios factores:

- La capacidad del observador de registrar impresiones visuales
- El paisaje del lugar, topografía, edificios, vegetación y clima
- Las características del parque en cuanto a su tamaño, altura, material y color de los aerogeneradores.

Como toda instalación ubicada en un medio natural, las maquinas eólicas disminuyen su impacto visual con la distancia. Una regla general es que una turbina impacta o influye en el paisaje hasta una distancia diez veces la altura de la torre. Por ejemplo, una turbina de 50m de altura, influye visualmente hasta un radio de 500m. Cuando el observador se aleja 1Km, el aerogenerador es aun visible, pero no domina el paisaje, y a 5Km la turbina se visualiza como parte del paisaje mismo.

Últimamente se emplean fotomontajes para simular el impacto visual de los parques eólicos en la etapa de operación del proyecto. Los programas profesionales por lo general ofrecen esta posibilidad. El paisajismo tiende cada vez más a ser considerado un factor ambiental de primer orden, es el elemento ambiental sobre el que más incide este tipo de energía. Los tamaños de los

molinos y palas no han dejado de aumentar, incrementando la visibilidad de los parques desde grandes distancias.

A esto se añade que los emplazamientos idóneos, por sus características de altos rendimientos, casi siempre coinciden con zonas de alta visibilidad.

El paisaje y la apreciación del mismo tienen un fuerte componente subjetivo al tratarse de un elemento estético. El único modo de atenuar el impacto de una manera clara y concisa es en el momento de definir la localización de los parques.

En paisajes degradados en los que se decida implantar un parque se pueden articular una serie de recomendaciones para minimizar el impacto, tales como la elección de los colores de los molinos o la disposición geométrica de los mismos. Establecer aquí los parámetros deseables es imposible dado que cada caso particular requiere su análisis detallado. En algunas comunidades autónomas los estudios de integración paisajística son necesarios para desarrollar proyectos de este tipo, y en los estudios de impacto ambiental el paisaje debe de ser contemplado como un elemento preponderante en este tipo de proyectos.

1.3.2 Ruido

El funcionamiento de un aerogenerador aislado, o un grupo de estos integrados en un parque eólico, está acompañado del inevitable ruido que puede llegar a ser molesto e indeseable si no se toman en cuenta determinados aspectos. El ruido ha sido uno de los problemas más estudiados; a diferencia del impacto visual, el ruido puede ser medido, pero igualmente la actitud de las personas que viven en los alrededores es un aspecto parcialmente subjetivo. El ruido provocado por un aerogenerador es similar al de cualquier otra máquina de la misma potencia, o quizás menor. El asunto radica en que esa maquinaria por lo general está encerrada en un espacio concebido para amortiguar el ruido, mientras que el aerogenerador se encuentra al aire libre en contacto con el elemento propagador del ruido, que es el viento.

Los aerogeneradores producen tres tipos de ruidos:

- El ruido mecánico provocado por el movimiento de las componentes mecánicas, el roce y el impacto de piezas móviles. Las fuentes principales de este ruido son la caja multiplicadora, el generador, el sistema de orientación, los ventiladores de refrescamiento y otros equipos auxiliares, fundamentalmente de tipo hidráulico.
- El ruido magnético producido por los generadores, sobre todo por aquellos que están conectados a la línea a través de convertidores de frecuencia
- El ruido aerodinámico producido principalmente por el movimiento del viento alrededor de las palas, que depende en general de la forma y material de estas, de la existencia de turbulencias y de la propia velocidad del viento. Su origen se ubica principalmente en las puntas y las partes posteriores de las palas, y aumenta con la quinta potencia de la velocidad de rotación de las mismas. Por este motivo se limita la velocidad de la punta de las palas a 65m/s en los aerogeneradores instalados en tierra, mientras que los parques marítimos se admiten mayores velocidades, de hasta 80m/s.

El ruido emitido por los aerogeneradores modernos proviene fundamentalmente de las palas. El ruido mecánico, que era el más acentuado, ha sido disminuido significativamente con el empleo de materiales especiales que producen poco ruido, con mayor precisión en las partes mecánicas y mediante sistemas de amortiguación de ruidos. El silbido de las palas (ruido aerodinámico) se ha disminuido con nuevos materiales y con formas de palas que se han estudiado para que sean lo más silentes posible. (Moreno, 2009)

Son cuatro los factores que determinan el grado de molestia del ruido producido por un aerogenerador: el propio ruido del aerogenerador, la posición de la turbina, la distancia a la que se encuentran las personas con respecto a los aerogeneradores y el sonido de fondo existente.

La emisión del ruido se define como el que se emite desde el eje de la turbina cuando la velocidad del viento es de 7-8 m/s a 10m de altura sobre el suelo, para una maquina ubicada en un paisaje abierto con poca rugosidad. El ruido

disminuye con la distancia, si la emisión y la altura del buje son conocidas, la disminución del ruido puede ser calculada o estimada a diferentes distancias de las turbinas.

En la tabla1, tomada del libro Particularidades del uso de la energía eólica (Moreno, 2009) en su interacción con el medio ambiente, se exponen algunos niveles de ruido típicos de equipos y locaciones diversas, comparados con el de un parque eólico distante.

Tabla 1. Niveles de ruido típicos comparados con el de un parque eólico distante

Equipo o locación	Nivel de ruido, dB(A)
Umbral de la audición, inaudible	0
Ruido nocturno en el campo	20-40
Dormitorio silencioso	35
Parque eólico a 350m de distancia	35-45
Automóvil moviéndose a 65Km/h, a 100m de distancia	55
Oficina bulliciosa en plena actividad	60
Camión moviéndose a 50Km/h, a 100m de distancia	65
Perforadora neumática a 7m de distancia	95
Avión a reacción, a 250m de distancia	105
Umbral del dolor, daños al oído	140

Fuente: Moreno, 2009.

El nivel de ruido en la inmediata proximidad de un aerogenerador, a la altura del buje, puede resultar molesto y puede variar entre 95-100 dB(A) para un aerogenerador con altura de buje de 50m, según el valor de la velocidad del viento. En la tabla2 se presenta la variación del ruido con la distancia de los aerogeneradores típicos.

Tabla 2. Variación del ruido con la distancia de los aerogeneradores típicos

Equipo o locación	Nivel de ruido, dB(A)		
	45	40	35
105 dB(A)	350m	575m	775m
100 dB(A)	200m	350m	575m
95 dB(A)	120m	200m	350m

Fuente: Moreno, 2009.

En la actualidad no existe una norma internacional sobre el nivel del ruido permisible en el medio ambiente. Los valores límites permisibles varían en dependencia de cada país, e inclusive de las horas del día o de la noche. En nuestro país (Tabla3) se establece el nivel de ruido a partir de los 85 dB(A) para 8 horas de exposición utilizando orejeras o tapones y no se permite exposición sin protección auditiva para ruidos de impacto o impulso que superen los 140dB(c) como nivel pico ponderado.

Tabla 3. Escala de Intensidad de Sonidos Permisibles en Nicaragua

Equipo o locación	Valores máximos permisibles dB (A)
Dormitorios en las viviendas	30-45 dB
Escuelas, colegios, preescolares	35 dB
Hospitales	30-40 dB
Ceremonias, festivales y eventos recreativos	110 dB

Fuente: Ley 559,2005.

Como en los casos anteriores la correcta localización de los parques evita las molestias ocasionadas durante el funcionamiento a la población cercana a los mismos. Estudios previos de simulación acústica establecen la huella sonora del parque y permiten situarlos en puntos en los que la influencia de este factor sea irrelevante. La asunción de medidas correctoras para mitigar el ruido suelen ser costosas y de difícil aplicación debido a la altura a la que están situadas las aspas.

1.3.3 Biodiversidad

El impacto sobre la biodiversidad (flora y fauna) va a depender de la vegetación y de la vida animal existente en los alrededores de la instalación eólica, además también va a depender del tamaño del sistema eólico. Para una instalación micro eólica, se deberá considerar el análisis de todas las especies que posiblemente se verán afectadas.

1.3.3.1 Flora

Durante la etapa de construcción generalmente es afectada por las construcciones, movimientos de tierra en la preparación de los accesos al parque y la ejecución de las cimentaciones para los aerogeneradores y la casa de control. Pueden ocurrir problemas de erosión en dependencia de las condiciones climáticas y del tamaño de la instalación, si no se hacen los correspondientes estudios de curso de aguas, pluviometría, hidrología, correcto trazado de caminos, vaguadas, etcétera.

Fig.2 Foto aérea del parque eólico Amayo1 en la que se observa el impacto sobre la flora y la ocupación del terreno.



Fuente: Propia.

La ocupación de tierra no es significativa. El terreno necesario depende de la configuración del parque. Si los aerogeneradores están ubicados en línea, el

área ocupada es más pequeña. Un parque eólico de 3 hileras con 4 aerogeneradores (3x4) de 1.5 MW, necesitara 81 ha. Si su configuración es de 2x5, son necesarias 47 ha. Como la potencia nominal de ambos parques es de 18MW, se necesitan 4,5 y 2,6 ha/MW en cada caso. No obstante, mas de 90% del terreno puede utilizarse como antes de instalarse los aerogeneradores, por lo que la ocupación del terreno no es elemento preocupante (Fig.2).

1.3.3.2 Fauna

El impacto sobre las aves es un aspecto al cual se le ha dedicado mucha atención en los últimos años y es un tema no terminado, pues cada día aparecen diferentes reportes de daños en determinados sitios. Existe una correlación muy específica entre el sitio y su fauna. Muchas aves son muy sensibles a los cambios del hábitat, estableciéndose una sensible relación entre el sitio y la ubicación de los aerogeneradores.

Los efectos adversos de las instalaciones eólicas sobre las aves se manifiestan de varias maneras:

- Electrocutión de los pájaros y mortalidad por colisiones
- Cambio de los hábitos de alimentación
- Alteración de los hábitos de migración
- Reducción del hábitat disponible
- Perturbación de la procreación y la obtención de alimentos

Dependiendo de la altura y la velocidad con que giren las palas, existe un peligro potencial para las aves que vuelan por los alrededores, pues su choque con aquellas puede causarles la muerte (Fig.3). Los estudios llevados a cabo muestran que dicha mortalidad se producen mayormente por colisiones y electrocutión con los tendidos eléctricos de la instalación, que con los propios aerogeneradores.

Cuando se trata de aves que vive en vecindades de los parques eólicos, estas aprenden a evitar los choques con los aerogeneradores colocados en su territorio. Los aerogeneradores son objetos visibles que las aves pueden evitar

más fácilmente que los tendidos eléctricos. La electrocución se produce con más frecuencia en las líneas de bajo voltaje, debido a la menor separación entre los cables. Con respecto a las aves migratorias, debe tenerse en cuenta el evitar las coincidencias con las rutas de migración, así como las zonas de residencia de aves amenazadas con peligro de extinción.

Fig.3: Impacto sobre las aves, parque eólico Amayo1.



Fuente: Propia

Las aves migran de noche o de día, y las que pueden verse más afectadas son las que lo hacen de noche; las migrantes diurnas son mucho menos influenciadas. Las aves planeadoras han sido igualmente afectadas en todos los sitios del mundo donde se concentran aerogeneradores. Este impacto sobre las aves se mide con diferentes indicadores, como por ejemplo:

Mortalidad = Numero de pájaros muertos / Superficie de estudio definida

Riesgo = (Numero de pájaros muertos/Superficie definida) / Numero de pájaros observados / tiempo

La mitigación de estos efectos negativos debe tener en cuenta, tomando las medidas siguientes:

- Evitar los corredores migratorios (*Ver Anexo II*)
- Utilizar turbinas grandes para aminorar las concentraciones
- Evitar los hábitats de aves en el momento de localizar la instalación
- Emplear tendidos eléctricos subterráneos
- Realizar estudios específicos de mitigación en los que se tenga en cuenta cuales pueden ser las causas de colisiones de las aves

1.3.4 Interferencia magnética

Otro efecto negativo de las instalaciones eólicas es la interferencia electromagnética. Los aerogeneradores pueden representar un obstáculo en las ondas electromagnéticas incidentes, pues estas pueden ser reflejadas o refractadas. Cuando un aerogenerador se coloca entre un transmisor de radio o televisión, o un transmisor de microondas y un receptor, el aerogenerador puede reflejar una onda que haga que el receptor pueda recibir la transmisión distorsionada. El tipo de aerogenerador, sus dimensiones, la velocidad de rotación, los materiales de las palas y su geometría, son elementos que influyen en este problema. Los dos últimos son los más importantes.

En general, las fuentes renovables de energía, y en particular la energía eólica suponen una alternativa ventajosa desde el punto de vista ambiental, frente a las fuentes convencionales de energía. Producen impactos medioambientales de menos consideración. En las fuentes renovables de energía, como la solar fotovoltaica y la eólica, no se producen procesos de combustión, que son la causa de los mayores impactos ambientales negativos. En el caso de la combustión de la biomasa, que es una fuente renovable de energía, el efecto de absorción de CO₂ durante la fase vegetativa contrarresta las emisiones de este mismo gas durante su combustión

1.3.5 El Clima

El impacto sobre el clima se debe considerar en proyectos eólicos ya que los principales agentes como la temperatura, humedad, precipitaciones pueden generar efectos negativos como las descargas eléctricas en las centrales eólicas tienen que ser tomadas en cuenta ya que las precipitaciones frecuentes y las tormentas eléctricas del sitio de interés pueden dañar los generadores, dado el riesgo que las mismas entrañan sobre las turbinas al estar situadas estas a alturas considerables. Las estaciones climatológicas se seleccionan de acuerdo a una serie de criterios como cercanía, altitud, latitud y vientos.

1.3.6 Suelo

El impacto sobre la estructura y mantenimiento de los suelos lo constituye principalmente la erosión aunque es un factor ambiental de poca relevancia en cuanto se articulen las medidas necesarias para mantener la cobertura vegetal de los terrenos ocupados por el parque una vez que se finalicen las labores de construcción. Esta cobertura vegetal evita que en parques situados sobre pendiente, se produzcan pérdidas importantes de suelo limitando la erosión.

1.3.7 El impacto de la línea eléctrica que conecta el parque

Puede tener una gran longitud aunque suele ser irrelevante en comparación con los efectos del parque sobre el paisaje debido al menor tamaño de las estructuras y al carácter inmóvil de las mismas. Sin embargo si se pueden establecer alternativas y medidas correctoras que minimicen el impacto paisajístico de este tipo de estructuras sobre el medio ambiente.

1.4 Problemas ambientales ocasionados por las Pequeñas plantas Eólicas

El impacto medio ambiental de las pequeñas plantas eólicas o comúnmente llamadas instalaciones micro-eólicas tiene elementos en común con el de las grandes instalaciones (***gran ocupación de suelo, impacto visual, ruido, interferencias en las telecomunicaciones, efectos negativos sobre la fauna***

y la vegetación, efectos electromagnéticos), ya que interfiere con los mismos elementos naturales, aunque tenga resultados perceptivos diferentes.

Por una parte, las micro turbinas tienen un tamaño mucho más pequeño que el de los grandes aerogeneradores y, por tanto, necesitan menos espacio y son relativamente poco visibles. Sin embargo, a menudo están instaladas cerca de otros elementos y pueden suponer una pérdida de espacio que podría estar destinado a otros fines. No debe obviarse las afectaciones en la flora y la fauna.

1.4.1 El Impacto Visual

Se trata de una presencia invasora con la que convivir, aunque pueden ser agradables desde el punto de vista estético, interferencias en las comunicaciones y efectos electromagnéticos. Aunque no son relevantes, estos inconvenientes tienen que ser tomados en cuenta en el estudio preliminar de viabilidad del proyecto.

1.4.2 El Ruido

Es una problemática importante, además, la cercanía al usuario y la ausencia de pantallas para evitar interferencias en la dirección e intensidad del viento, tiene que llevar a una elección ponderada del modelo de turbina y del lugar de su montaje.

La inserción de aerogeneradores, aunque sean de pequeño tamaño es, por tanto, una cuestión delicada. La tecnología de la eólica de tamaño reducido se ha orientado mayoritariamente hacia la configuración de la turbina de tres palas, según muchos, en comparación con la de dos palas, produce un menor impacto visual en virtud de una mayor simetría cuando las palas están paradas y de una agradable velocidad de rotación cuando están en movimiento. (Brusa, A. & Guamone, E. 2006.) Sin embargo, entre tantos impactos sobre el medio ambiente hay que citar los muchos beneficios de la utilización de pequeñas instalaciones eólicas. Estos se pueden resumir principalmente en los daños evitados respecto a la utilización de Otras formas de energía o a soluciones de conexión a la red difícilmente realizable o con un elevado coste.

1.5 Conclusiones

Los recursos ambientales que la naturaleza ofrece son cada día más tangibles por la escasez y el deterioro que el hombre ha ocasionado a diversos recursos naturales y a su entorno ambiental. El suelo, el agua, el aire, los bosques todos estos son recursos valiosísimos para la generación de ingresos en las ramas de la actividad económica y el desarrollo del país.

En este capítulo se ha descrito los problemas ambientales que hoy en día afectan a todos los ecosistemas: el constante deterioro de la capa de ozono, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación, el agotamiento de los recursos, todos ellos provocados directa e indirectamente por el desarrollo humano. La utilización de sistemas mini eólicos a pesar que constituyen una fuente renovable presenta impactos ambientales, (aunque en menor escala que los sistemas convencionales), entre estos impactos tenemos: Impacto visual, Ruido, Interferencia electromagnética, colisiones de aves.

La descripción de los problemas ambientales que se generan del aprovechamiento de la energía mini eólica constituirá un aspecto fundamental para la identificación de los impactos ocasionados. De manera que su correcto análisis ambiental conllevara a minimizar y/o evitar los impactos negativos.

Es muy difícil exponer una regla general para configurar un sistema eólico dentro de un paisaje, de forma tal que no ofrezca un contraste visual que sea rechazado por las personas que van a convivir con él. Cada caso es diferente, por lo que en la etapa de planificación del proyecto debe prestársele especial atención a este aspecto. En un proyecto eólico su impacto visual debe tenerse en cuenta desde los primeros pasos, hasta la etapa de construcción y explotación. Las medidas correctoras y mitigadoras de este efecto deben aparecer en el proyecto.



Este capítulo describe las tecnologías utilizadas por las pequeñas plantas eólicas para la elaboración de la guía metodológica.

CAPITULO II

TECNOLOGIA DE LAS PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS

TRABAJO MONOGRAFICO

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL
IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS
EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL DE HASTA 15 KW.

2.1 Introducción

La producción de energía eléctrica a través del viento se asocia normalmente a la imagen de instalaciones eólicas situadas sobre lomas o, últimamente, en mar abierto, donde se dan las mejores condiciones climáticas, orográficas y medioambientales para un aprovechamiento del recurso viento con fines industriales (producción de energía eléctrica para la venta). Por otra parte, es frecuente ver barcos equipados con pequeños generadores eólicos, de diámetro no superior a 1 metro, que se emplean para cargar las baterías con el motor parado. Estos sistemas pueden alimentar gracias al viento las pequeñas necesidades del barco (frigorífico, cuadro de control, luces, etc.) insertándose perfectamente en el contexto en el que están instaladas.

Asimismo, en algunas granjas de los Estados Unidos se emplea la fuerza del viento a través de molinos multi pala que generan energía suficiente para bombear el agua de los pozos. Por lo tanto, si se piensa que, a través de microsistemas (con una potencia de pocos kilovatios, que carecen de requisitos para su instalación, a excepción de las precauciones necesarias en lugares de gran valor) se puede producir energía eléctrica de la misma manera, en continuidad y potencia de pico, que los generadores fotovoltaicos (GF). Sería una oportunidad perdida no pensar en micro-sistemas eólicos para producir energía eléctrica a pequeña escala, de forma sostenible y compatible con el medio ambiente, con la posibilidad de que se haga de forma conjunta con Paneles Fotovoltaicos.

En Nicaragua una de las principales barreras para el aprovechamiento de la energía micro eólica, es el desconocimiento de su potencial de aplicación, y de la tecnología que esto involucra; siendo la principal aplicación el bombeo de agua, que tienen una participación importante en el contexto nacional, principalmente en sitios donde no se cuenta con energía eléctrica; por otra parte, aunque el potencial de energía eólica amerita un mayor aprovechamiento, hay también algunas aplicaciones para generación de energía eléctrica puntuales, esto ha motivado la necesidad de cuantificar el recurso eólico, para tenerlo en cuenta en los planes de expansión del sector energético. Si se tuviese un conocimiento pleno de la tecnología eólica habría un mayor aprovechamiento eólico en el país

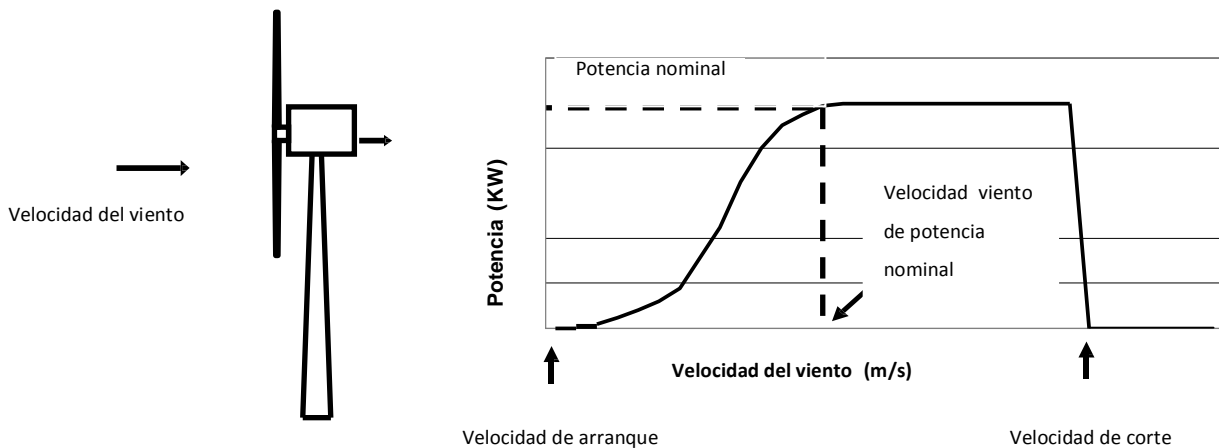
no solo en sitios donde no se contase con energía eólica sino también se podría utilizar en la mayoría de las zonas urbanas y residenciales a lo largo de todo el territorio nacional.

2.2 Del viento a la energía eólica

La energía eólica tiene una procedencia directa de la energía solar. Los recursos eólicos provienen de las corrientes horizontales en la superficie generadas por el diferente calentamiento del aire en la troposfera, que origina corrientes verticales por efecto del menor peso del aire calentado con respecto al que le rodea. Estas corrientes verticales generan las mucho más intensas horizontales, por el desplazamiento del aire, lo cual se manifiesta por la aparición de gradientes de horizontales. El viento es un proceso muy complejo que, sin embargo, puede ser descrito en términos muy sencillos: El sol calienta la superficie de la Tierra en diferente medida, dependiendo de si la superficie está cubierta de nubes, si está directamente expuesta a la luz solar, o si se trata de la superficie del océano. El aire que está encima de las zonas más cálidas, se calienta, se vuelve menos denso y asciende. El aire que sube crea una zona de baja presión, que hace que el aire frío adyacente a alta presión se mueva a las zonas de baja presión. Este movimiento de aire es lo que llamamos viento.

Como se muestra en la fig.4, la producción de energía por una turbina eólica o aerogenerador va en función de la velocidad del viento. La relación entre la velocidad del viento y la energía está definida por la curva de potencia, que es única para cada modelo de turbina y, en algunos casos, única para las características de un sitio específico. En general, la mayoría de los aerogeneradores empiezan a producir energía a velocidades de unos 4 m/s, logran la potencia nominal a aproximadamente 13 m/s, y se detiene la producción de energía a 25 m/s. La variabilidad en los recursos eólicos hace que el aerogenerador en funcionamiento esté continuamente cambiando los niveles de potencia. (Energy, 2007)

Fig.4: Paso de velocidad del viento a potencia eléctrica.



Fuente: Energy, (2007)

La velocidad de arranque es la mínima velocidad del viento a la que las palas rotarán y generarán potencia utilizable; típicamente, está entre 3 y 4 m/s. La velocidad nominal es la mínima velocidad del viento a la que la turbina eólica generará su potencia nominal de diseño. Un aerogenerador de 10 Kw, por ejemplo, no generará 10 Kw hasta que la velocidad del viento no alcance la velocidad del viento de potencia nominal. A velocidades del viento entre la velocidad de arranque y las velocidades nominales, la potencia de salida es proporcional al cubo de la velocidad del viento.

A velocidades del viento muy altas, típicamente de 25 m/s, la mayoría de los aerogeneradores cesan la producción de energía y se apagan. La velocidad del viento a la que esto ocurre se llama velocidad de corte. Se impone una velocidad de corte por seguridad con el fin de proteger de daños a la turbina eólica. El corte se produce de varias maneras. En algunas máquinas se activa un freno automático mediante un sensor de velocidad del viento. En otras máquinas se cambia el ángulo de las palas respecto al viento, con el fin de anular el empuje rotatorio. Otras usan "spoilers": se montan unos alerones de resistencia al aire en las palas que son automáticamente activados cuando la velocidad de rotación es demasiado elevada.

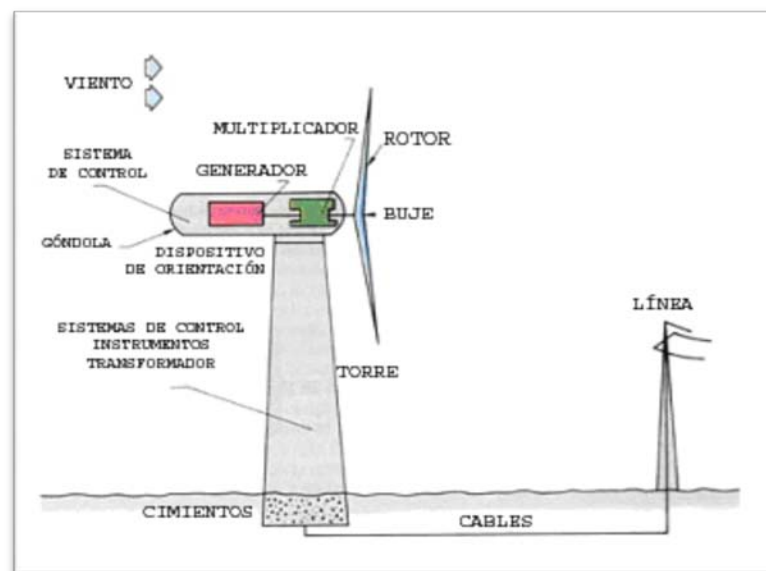
El funcionamiento normal del aerogenerador por lo general se reanuda cuando el viento desciende a niveles seguros. Una instalación eólica de tamaño industrial

consta de una o más maquinas (*aerogeneradores*) colocadas a una distancia adecuada las unas de las otras, para que no interfieran desde el punto de vista aerodinámico entre ellos, y según un diseño sobre el territorio (en filas, en grupos, etc), en función de la exposición al viento y del impacto visual. Los aerogeneradores están conectados, a través de cables enterrados, con la red de transmisión a la que se entrega la energía.

2.2.1 Funcionamiento de los aerogeneradores

Las máquinas eólicas, más allá de las peculiaridades de los modelos y de los adelantos tecnológicos diferentes según la empresa constructora, funcionan con la fuerza del viento que acciona las palas de la máquina (en numero de una a tres) fijadas a un buje. El conjunto de las palas y del buje constituye el rotor (Fig.5). El buje, a su vez, está conectado a un primer eje (llamado eje de baja velocidad) que gira a la misma velocidad angular que el rotor. El eje de baja velocidad está conectado a un *multiplicador de giros*, del que sale un *eje de alta velocidad* que gira con velocidad mayor (resultante del producto de la del eje de baja velocidad por el multiplicador de giros).

Fig.5: Esquema del aerogenerador y de una instalación eléctrica



Fuente: Crespo, A. Migoya, E., & Gómez, R. (2002)

En el eje de alta velocidad hay un *generador eléctrico* que produce la energía eléctrica canalizada por los cables a la red. Todos estos elementos se encuentran en la llamada *góndola* que a su vez se encuentra sobre un soporte, que se puede orientar según la dirección del viento.

La góndola se completa con un sistema de *control de la potencia* y otro de *control de la orientación*. El primero tiene la doble función de regular la potencia en función de la velocidad del viento instantánea (haciendo funcionar la turbina lo más cerca posible de su potencia nominal) y de interrumpir el funcionamiento de la máquina en caso de viento excesivo. El segundo, en cambio, consta de un control continuo del paralelismo entre el eje de la máquina y la dirección del viento. La góndola se encuentra sobre una *torre* que puede ser de celosía o tubular cónica, anclada al terreno con adecuados cimientos de hormigón armado.

2.2.2 Energía generada por un aerogenerador

Un aerogenerador es un generador eléctrico con dos etapas de transformación energética. La primera de ellas consiste en la conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica por medio de las palas o alabes. La segunda consiste en la conversión de la energía mecánica, en energía eléctrica por medio de una transmisión y un generador. Los generadores con que se trabaja son de baja potencia. Sus parámetros característicos son:

- *Velocidad de arranque*: velocidad (m/s) del viento a partir de la cual el aerogenerador empieza a generar.
- *Potencia máxima*: potencia máxima (w) a la que el aerogenerador puede llegar a trabajar.
- *Velocidad de corte*: velocidad máxima (m/s) del viento a partir de la cual el aerogenerador deja de generar.
- *Voltaje*: voltaje (v) al que el aerogenerador genera la electricidad.
- *Numero de aerogeneradores por punto de generación*: número máximo de aerogeneradores que se pueden instalar en un punto de generación.

La velocidad de viento no se mantiene constante a medida que nos desplazamos verticalmente dado que cuando nos acercamos al suelo, la velocidad se reduce debido al rozamiento. Por tanto, lo ideal sería realizar la medida de velocidad a la misma altura a la que se va a colocar la turbina, pero esto no suele ser lo más habitual. Lo que se suele hacer es tomar las medidas a una altura normalizada y luego extrapolar a la altura de la turbina. En el método utilizado para realizar esta extrapolación se supone que el viento sigue una evolución exponencial con la altura, es decir:

Donde

V_h = Velocidad del viento a la altura h

V_0 = Velocidad a la altura conocida h_0

a = Coeficiente de rugosidad del terreno

$$(1) \quad V_h = V_0 (h/h_0)^a$$

El coeficiente de rugosidad a suele variar entre 0,1 y 0,3. La energía cinética del aire es directamente proporcional a la velocidad del viento, esta relación se representa con la siguiente ecuación matemática

Donde

E_c = energía cinética [joule/s]

m = masa del aire en movimiento [kg/s]

V = velocidad del viento [m/s]

$$(2) \quad E_c = 1/2 mV^2$$

Para dimensionar un sistema eólico se debe cuantificar la energía eólica disponible y los parámetros estadísticos que caracterizan a esta fuente de energía por lo cual tendremos que la energía máxima teórica que puede ser extraída de una masa de aire en movimiento está dada por la expresión:

En donde:

$$(3) \quad P = 1/2 \rho A V^3$$

P: Es la potencia del viento (W)

ρ : Es la densidad del aire (1.225 Kg/m³)

V: Es la velocidad del viento medida en m/s

A: Es la superficie que cubre el rotor medida en m²

Del análisis de esta ecuación se puede obtener las siguientes conclusiones:

- La energía del viento es proporcional al cubo de la velocidad.
- La potencia es directamente proporcional al área barrida por el rotor de la turbina que tiene la expresión:

$$(4) S = \pi R^2$$

Donde

R: radio del rotor.

Por lo tanto la cantidad de energía depende de la radio del rotor. Antes de instalar un aerogenerador es conveniente conocer el potencial del viento en el lugar de emplazamiento. Un incremento del diámetro del rotor produce un importante incremento de la potencia.

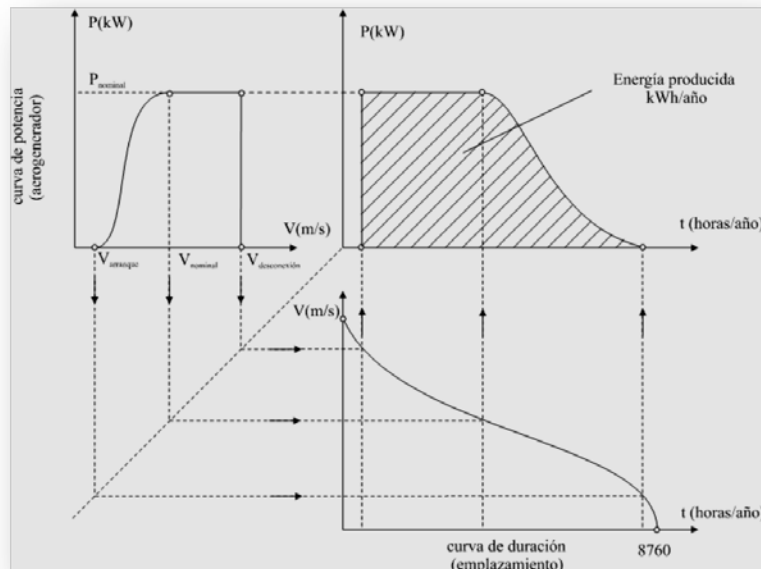
La potencia depende linealmente de la densidad del aire, cuanto más pesado sea el aire más energía recibirá el aerogenerador. La densidad del aire varía con la temperatura y la altura. El aire caliente es menos denso que el frío y por tanto cualquier turbina producirá menos energía durante el verano que durante el invierno con la misma velocidad del viento. También, a una igual temperatura, en un lugar situado a una cota próxima al nivel del mar, el aerogenerador tendrá una energía producida superior a otro que se encuentre a mayor altitud, por el hecho de que la densidad del aire disminuye con la altura. Por tanto para hacer una aproximación del aporte de la cantidad de energía eléctrica a producir por una instalación eólica se necesitan dos cosas:

- La velocidad media del viento en aquella zona
- El tipo de aerogenerador utilizado.

La potencia generada por los aerogeneradores en relación a la velocidad del viento viene por la denominada curva de potencia. Dicha curva es una de las características más significativas de los aerogeneradores y cada tipo de aerogenerador tiene su propia curva de potencia. Se hace preciso conocer el perfil de las velocidades del viento para aproximar la potencia entregada por el aerogenerador. La velocidad del viento está siempre cambiando y por eso es preciso utilizar métodos estadísticos para poder describir su evolución a lo largo de un periodo. Existen varias funciones que pueden describir la frecuencia de las velocidades en una curva. Las dos más importantes y más utilizados son las funciones de Weibull y Rayleigh.

La distribución de Weibull tiene dos parámetros y la de Rayleigh tiene solamente uno lo que hace que la primera mencionada sea algo más versátil. La distribución Weibull es una función de probabilidad, representada mediante una curva, que muestra en tanto por ciento la distribución de la velocidad de viento a lo largo de un periodo de tiempo en un lugar determinado.

Fig.6: Curva de un aerogenerador



Fuente: Crespo, A. Migoya, E., & Gómez, R. (2002)

La curva de potencia (fig.6) indica la potencia generada por un aerogenerador en función de la velocidad del viento, en condiciones estándar (25°C y 0 m.s.n.m.). Al analizar el recurso eólico de comunidades a mayor altura, la densidad del aire disminuye y se debe extrapolar la curva en acorde a ello. Con la curva de potencia se puede determinar la energía idealmente, lo que resulta una buena aproximación a la realidad en sistemas de baja potencia. Los aerogeneradores son obstáculos para el viento, creando turbulencias en su trayectoria lo que puede afectar el rendimiento de otros aerogeneradores cercanos. Por ello es recomendable que exista una mínima separación entre estos dispositivos y se limita el número instalado en un punto.

Para determinar la producción de energía eléctrica de una instalación eólica de pequeña potencia, con frecuencia se emplea el denominado *método de la curva*

de potencia, que se basa en la utilización de la curva característica del aerogenerador y una distribución de probabilidades de la velocidad del viento. Cada sitio tiene una distribución de probabilidades de la velocidad del viento diferente. Una de las más comunes es la conocida como la distribución de Rayleigh, que a los efectos de pequeñas máquinas eólicas suele emplearse para calcular la energía producida en un intervalo de tiempo.

Para aplicaciones residenciales en Nicaragua se pueden encontrar en INETER datos meteorológicos por zona, lo cual nos facilita el cálculo, de lo contrario se tendría que estimar los valores diarios de energía haciendo uso de anemómetros durante un periodo de por lo menos un año. Tiempo durante el cual se hacen estudios de incidencia y variaciones de velocidades de vientos. En el sitio web de INETER se encuentran los boletines mensuales que incluyen valores de velocidad de viento actualizados por mes, para cada región y con ellos se puede estimar la energía a obtener. Para calcular cuanta energía obtener de una turbina eólica es necesario considerar lo siguiente:

- Diámetro de la turbina.
- Estadísticas de velocidad de viento.
- Calcular el potencial eólico.
- Estimar las horas de generación de la turbina por día.

2.2.3 El Rendimiento de los aerogeneradores

El rendimiento de las máquinas eólicas depende de la **intensidad del viento**: a igualdad de diámetro de las palas, al aumentar la velocidad del viento, la potencia teóricamente extraíble aumenta de manera más que proporcional.

Una turbina eólica nunca va a ser capaz de extraer toda esta energía, por lo que es interesante disponer de un factor que nos indique la eficiencia de una determinada máquina. Ese factor es el coeficiente de potencia C_p , que mide la relación entre la energía captada y la disponible. Es decir:

$$(5) \quad C_p = \frac{\text{Energía Captada}}{1/2 \rho A V^3}$$

Se ha obtenido de forma teórica el máximo valor que puede obtener este coeficiente que se denomina límite de Betz y el de 0,5926.

Tomando en cuenta que ningún rotor es ideal, para caracterizarlo es necesario conocer su eficiencia o rendimiento η . La potencia obtenible por unidad de área de rotor, medida en W/m², puede expresarse entonces como:

$$(6) \quad P_a = 1/2 \eta \rho V^3$$

Por lo tanto, antes de decidir instalar un sistema eólico es indispensable conocer bien las características del viento en el lugar en el que se piensa instalar los aerogeneradores. Estos conocimientos se obtienen realizando preventivamente un estudio de la frecuencia, de la velocidad, de la duración y de la dirección del viento.

La intensidad del viento depende de las características orográficas del terreno. Una circunstancia fundamental es la rugosidad del terreno: en llanura o en el mar el viento sopla con intensidad mayor que en el campo o en los alrededores de las ciudades. Otro elemento a tener en cuenta es la altura del terreno: cuanto más se sube mayor es la velocidad del viento. Las máquinas eólicas funcionan dentro de parámetros mínimos y máximos de la velocidad del viento. En línea general:

- Pueden ser activados con viento variable de 2 a 4 m/s (**velocidad de cut-in**)
- Cuando el viento alcanza la velocidad de 10–14 m/s (**velocidad de corte o nominal**), se activa un dispositivo de control de la potencia.
- Se paran cuando la velocidad del viento supera los 20-25 m/s (**velocidad de cut-off**).

2.3 LAS TURBINAS MICRO-EÓLICAS

2.3.1 Características de las turbinas

La mayoría de los micro generadores eólicos es del tipo de tres palas de eje horizontal con rotor a barlovento respecto a la torre (el viento encuentra primero las palas y luego el soporte). La mayor parte de las turbinas mini eólicas utiliza palas fabricadas con poliéster reforzado con fibra de vidrio, y tienen un brazo direccional para orientar el rotor en dirección del viento, con alternadores de imán permanente, sencillos y robustos. El tamaño reducido no permite colocar

los motores con orientación del rotor en dirección del viento como los que tienen las turbinas de tamaño mayor.

Fig.7: Aerogenerador multi pala – Aerogenerador tripala



Fuente: Brusa, A. & Guamone, E. (2006.)

Entre las turbinas de eje vertical, la maquina Savonius se utiliza fundamentalmente para el bombeo del agua, y a veces también para la producción de energía eléctrica. Se trata de una maquina muy robusta y sencilla desde el punto de vista constructivo y de funcionamiento. Tiene la ventaja de tener un fuerte par de arranque, que le permite el arranque incluso con viento débil, en cambio es poco adecuada para vientos fuertes.

Fig.8: Maquina Darrieus – Maquina Savonius



Fuente: Brusa, A. & Guamone, E. (2006.)

Otra turbina de eje vertical es la Darrieus (fig. 8), tiene palas de tipo aerodinámico, se caracteriza por una gran sencillez de construcción y por un gran rendimiento. El régimen de rotación es muy elevado, en cambio, el par de

arranque es muy bajo y no permite a esta máquina de arrancar espontáneamente.

Para obtener un buen rendimiento, las turbinas tienen que posicionarse en lugares batidos por vientos intensos, por lo tanto la robustez de las maquinas es fundamental. Cuando el viento es muy fuerte las turbinas se desactivan con un sistema de posicionamiento pasivo del rotor que desvíe el eje respecto al de rotación de la pala.

Para la elección del mini eólico adecuado se deberá considerar la información planteada en la Tabla 4 y en la utilización que se le dará. Este sistema tendrá uso domiciliario con aplicación rural y conexión aislada de la red. De manera que el sistema micro eólico que puede suplir a este tipo de consumidor es el de eje horizontal de 3 palas, con orientación a barlovento y perfil aerodinámico.

Tabla 4: Características de los rotores eólicos

Eje	Tipo de Rotor	Rendimiento Max	Características
HORIZONTAL	Holandés	0.17	30-60 Kw
			Alto Par de arranque
			Velocidades medias ²
			Diseño eficiente de palas
	Multipala Americano	0.15	4 Palas
			0.4-6 Kw
			Alto Par de arranque
			Bajas Velocidades
	Perfil Aerodinámico (hélices)	0.47	Muchas perdidas
			12-15 Palas
			0.5-3200 Kw
			Bajo Par de arranque
VERTICAL	Savonius	0.30	Altas Velocidades
			Alto rendimiento
			1-3 Palas
			0-1.5 Kw
	Darrieus	0.35	Alto Par de arranque
			Bajas Velocidades
			No requiere ser orientado
			2-4 Palas
			5-500Kw
			No arranca solo
			Altas Velocidades
			No requiere ser orientado
		Buen rendimiento	
		2-3 Palas	
2. Maquinas lentas son aquellas en las cuales la relación entre la velocidad dela punta de la pala y la velocidad del viento es menor a 2, mientras que en las maquinas rápidas esta relación es superior a 4.			

Fuente: Moragues, 2003.

En Nicaragua existe este tipo de tecnología mini eólica, 3 palas, como se puede observar en la figura 9, es una foto tomada a un sistema aislado rural de uso domestico el cual está localizado en La Garnacha, San Nicolás, Estelí. Cuenta con una potencia de 1kw.

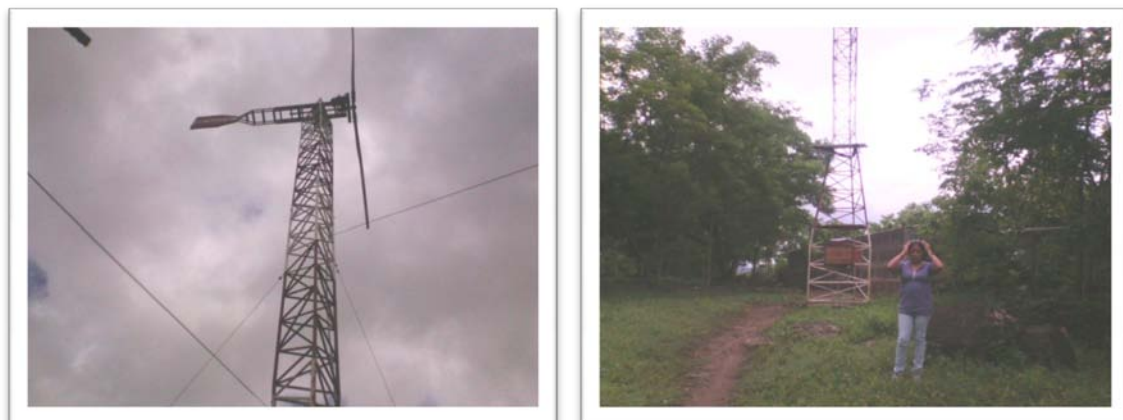
Fig.9: Turbina Micro eólica con sensor de dirección



Fuente: Duinen L. 2012.

Otro micro eólico localizado en el Km 88 de la carretera panamericana, es un sistema hibrido eólico solar, de 600W, instalado en el mercadito de mujeres productoras CEMUPROCAN. Este sistema de energía limpia ha venido a mejorar el desarrollo económico, social, cultural y tecnológico de las personas que forman parte de la asociación campesina. (Fig.10) Cabe señalar que está localizado en uno de los puntos de mayor aprovechamiento eólico del país según los estudios realizados por ENCO en 2006.

Fig10. Sistema Micro Eólico Hibrido de 600W (CEMUPROCAN)



Fuente: Propia

2.3.2 Tecnología de un sistema micro eólico

Un sistema micro eólico debe en general poseer las partes siguientes (Fig.11):

1. La turbina eólica o aerogenerador está compuesta por todos los elementos que se encuentran en la parte superior de la torre.
2. Rectificador de corriente alterna en corriente directa es necesario en caso de que el generador eléctrico suministre corriente alterna y el rectificador no esté incorporado en la turbina eólica.
3. El cuadro de control o sistema de control que constituye un punto de conexión central entre la turbina, las baterías y las cargas.
4. Un Interruptor con un fusible eléctrico de seguridad que desconecta la turbina y el control de carga de baterías. Este puede ser incorporado en el sistema de control.
5. El banco de baterías que debe proporcionar la energía suficiente para satisfacer la demanda en un cierto número de días de calma.
6. El inversor que convierte la corriente directa en alterna.
7. La torre soportante.

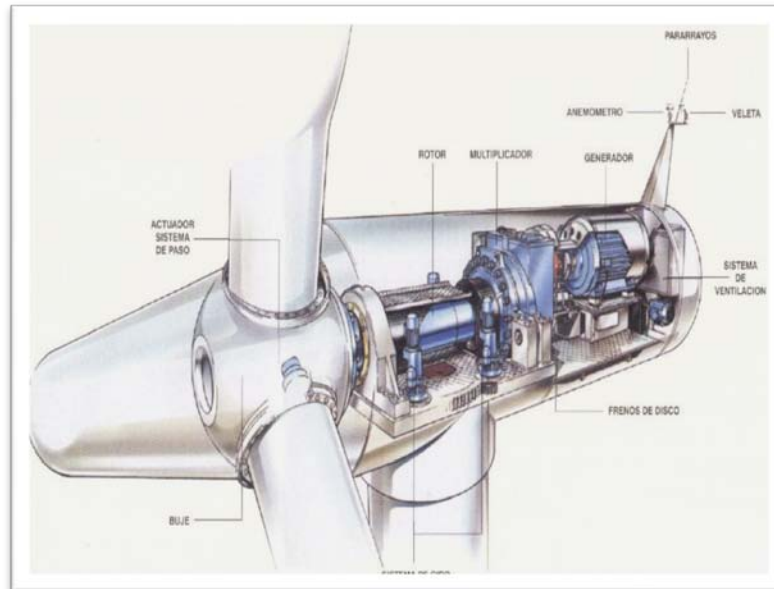
La tecnología utilizada en la construcción de los aerogeneradores micro eólicos modernos contempla muchos avances en la elección y utilización de los materiales compuestos de alta resistencia por unidad de masa, adecuados para cada componente en particular, los diseños optimizados producidos por firmas especializadas como ocurre con las palas de las turbinas para alta eficiencia energética, para la velocidad más conveniente, los rodamientos de mínima fricción, son máquinas más eficientes y menos ruidosas, los convertidores de mayor eficiencia y confiabilidad y los variadores de frecuencia capaces de lograr el factor de potencia más conveniente en cada situación.

2.3.2.1 Componentes del aerogenerador micro eólico

El rotor del aerogenerador es una de las partes más visibles del sistema de energía eólica. La mayoría de las turbinas eólicas que se fabrican hoy en día son máquinas de eje horizontal, con rotor a barlovento con dos o tres palas. El

principal tipo de rotor tiene un eje que es paralelo al suelo, y por lo tanto, horizontal al viento

Fig.11: Componentes de un aerogenerador



Fuente: <http://www.renovables-energía.com>

Para sistemas de energía eólica pequeños se puede usar también una turbina eólica vertical. Los aerogeneradores verticales tienen un eje perpendicular al flujo del viento. Los pequeños sistemas de energía eólica generalmente consisten en un rotor, un generador montado en una estructura, una caja de cambio, una góndola, una cola de orientación u otro sistema de orientación y algunos sistemas de protección y control.

El rotor consiste en palas con formas especiales, superficies aerodinámicas. Los rotores están hechos normalmente de compuestos de fibra de vidrio, plástico reforzado o poliéster. La cantidad de energía que una turbina eólica producirá está determinada sobre todo por el diámetro de este rotor. El diámetro del rotor define su “área de barrido”, o la cantidad de viento interceptado por la turbina eólica. Las palas son giratorias y con diseño aerodinámico, para conseguir un cierto ángulo de ataque con respecto al viento, para controlar la velocidad de giro del rotor e impedir que éste gire con vientos que son o demasiado altos o demasiado bajos para producir electricidad.

Generador

El generador convierte el movimiento de rotación de las palas de la turbina eólica en electricidad. El generador puede producir corriente alterna (AC) o corriente continua (DC), y existe en un amplio rango de potencias disponibles. La categoría o magnitud del generador depende de la longitud de las palas de la turbina eólica: cuanto más largas sean las palas, más energía se genera.

Caja de cambios

Muchas turbinas (particularmente aquellas por encima de los 10 Kw) usan una caja multiplicadora de velocidad de giro para adaptar la velocidad del rotor a una velocidad adecuada para el generador.

Góndola

La góndola es el recinto que protege la caja multiplicadora, el generador y otros componentes de los elementos. La góndola se puede retirar para operaciones de mantenimiento.

Sistema de orientación

El sistema de orientación alinea la turbina eólica con el viento. La mayoría de las pequeñas unidades usan una simple cola que dirige el rotor hacia el viento. Existen ciertos mecanismos especiales para desorientar la turbina en caso de vientos peligrosamente elevados.

Torre

La torre sostiene la turbina y es, por lo tanto, una parte integrante del sistema de energía eólica. Las torres deben ser capaces de resistir rayos, vientos extremos, granizo, y formación de hielo. Como el viento se vuelve menos turbulento e incrementa su velocidad con la altura respecto al suelo, y la producción de potencia se incrementa sustancialmente con la velocidad del viento, incrementar la altura de la torre de 10 a 50 metros puede duplicar la energía del viento disponible.

Hay dos tipos básicos de torres: auto soportado y mantenido mediante cables. La mayoría de las torres de sistemas de energía eólica para sistemas

domésticos son mantenidas mediante cables. Estas torres son las menos caras, pueden ser construidas con partes de celosía, tubería o tubo y los cables de soporte. Las torres afianzadas con cables son también más fáciles de instalar que los autos soportadas. Sin embargo, en el caso de torre mantenida con cables, se requiere más espacio para su instalación. Existen también las torres inclinables, que aunque son más caras, ofrecen mayor facilidad para llevar a cabo el mantenimiento en turbinas pequeñas y ligeras (de menos de 5 Kw).

Sistemas de protección y control

Los sistemas de control abarcan desde interruptores, fusibles y reguladores de la carga de baterías hasta sistemas computarizados de control de sistemas de orientación. La sofisticación de los sistemas de control y protección varía dependiendo de la aplicación de la turbina eólica y del sistema de energía que soporta.

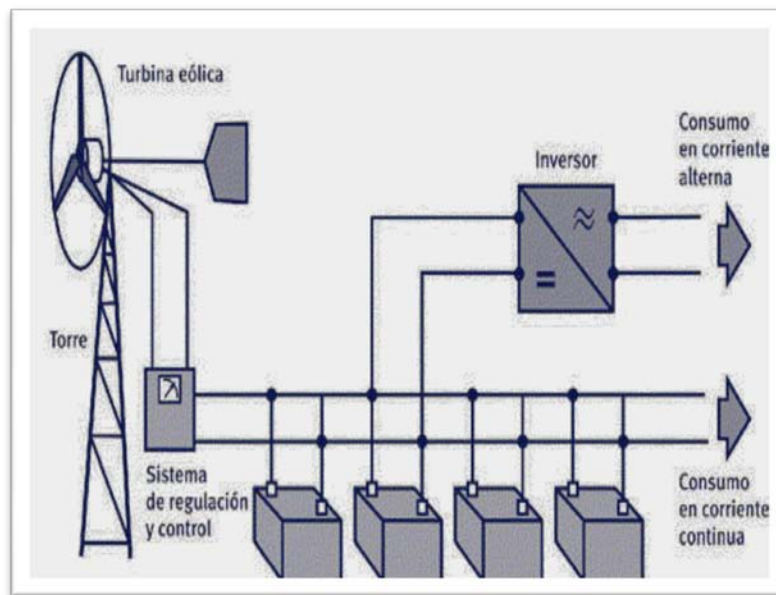
2.3.2.2 Componentes del sistema micro eólico

Además del aerogenerador para poner en marcha un pequeño sistema de energía eólica es necesario un equipo adicional que está constituido por las baterías, el inversor, un regulador, cableado soterrado, un panel con una cuchilla fusible para sacar el sistema de servicio si sucediera alguna avería, y la instalación eléctrica de la vivienda.

En sistemas que no se encuentran conectados a red generalmente se dispone de algún sistema de almacenamiento con el objeto de disponer de la energía en periodos de viento flojo o de calma.

Estos sistemas pueden ser atendidos directamente por sus usuarios, ya que precisan de muy poco mantenimiento. En la figura 12 se muestra un ejemplo de un sistema de suministro eléctrico con pequeños aerogeneradores, para cargar baterías y alimentar una carga de corriente directa, en este caso no se necesita inversor. Por el contrario si se trata de alimentar una carga alterna el inversor es de vital importancia. Las partes que se encuentran en la parte inferior de la torre son las siguientes:

Fig.12: Instalación eólica de pequeña potencia



Fuente: Moreno, 2006

- **Baterías:** Actualmente, es el sistema más utilizado para almacenar la electricidad generada por la turbina. Permite construir sistemas de muy pequeño tamaño, adecuados para balizas, repetidores de señal, estaciones de recogida de datos y puestos de socorro remotos. Su rendimiento es del 60 % al 75 %. Se emplean baterías especiales que permitan reducciones de su carga hasta el 60 % sin daños. Su vida en estas condiciones es del orden de 5 a 7 años. No es adecuado para tamaños grandes por su elevado coste y dificultades de mantenimiento.
- **Inversores:** Los inversores se utilizan para convertir la corriente continua (CC) generada por los aerogeneradores eólicos, paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc., en corriente alterna (CA) y de esta manera poder ser inyectada en la red eléctrica o usada en instalaciones eléctricas aisladas. Se pueden diferenciar diferentes tipos de inversores:

Inversores de onda sinusoidal. Se utiliza en los sistemas que no están conectados a la red. Emplean la corriente continua de un sistema de almacenamiento con baterías y producen una corriente alterna de onda sinusoidal similar a la de la red, aunque no idéntica.

Inversores síncronos. Usan conmutadores RCS (Rectificador Controlado de Silicio) con controles analógicos para señalar cuando deben enviar pequeñas señales eléctricas a la red, debidas a que necesitan la presencia de la red eléctrica para su funcionamiento. En EE.UU., la Bergey Windpower y la Wind Turbine Industries fabrican turbinas con este tipo de inversor.

Inversores auto conmutados. Éstos pueden producir electricidad compatible con la red usando su propio circuito interno, con controles IGBT (compuerta integrada con transistores bipolares) y digitales, mejorando notablemente la fiabilidad y la calidad de la potencia con respecto a los modelos sincronizados mediante la propia red. Estos inversores usan exactamente la misma tecnología que los inversores de orden sinusoidal vistos anteriormente. En los nuevos sistemas, cuando la demanda eléctrica excede al suministro y las baterías están cerca de la descarga total, el inversor automáticamente toma potencia de la red hasta que éstas resultan recargadas, pero, cuando hay un exceso de generación con respecto a la demanda y las baterías están totalmente cargadas, el inversor puede también suministrar el exceso de potencia a la red. Incluso, si el sistema de potencia de la red falla, por ejemplo durante una tormenta, el inversor y las baterías dan un suministro de potencia ininterrumpido. El inversor automáticamente cambia a un sistema aislado con baterías convencional.

- **Rectificadores y Cargadores de Baterías:** Los rectificadores son opuestos a los inversores, convierten la energía de corriente alterna en corriente continua. Además, si el generador no dispone de una salida de la carga de la batería, un cargador de batería es obligatorio. Algunos inversores pueden actuar como cargadores de baterías.

2.3.3 Elección del tamaño del aerogenerador

El tamaño del aerogenerador que se necesite depende de la intención de uso que tenga para él (Tabla 5). Las turbinas eólicas para usos residencial e industrial abarcan el tamaño de entre 100W a 50kW.

Tabla 5: Características de los aerogeneradores

Clasificación	Potencia Nominal	Uso
Micro aerogeneradores	< 250W	Autoconsumo
Mini aerogeneradores	250W a 1KW	Auto consumo/Sistemas de bombeo agua
Pequeños Aerogeneradores	1 KW a 50 KW	Sistemas aislados sin conectados a la red Bombeo de agua, pequeñas Comunidades
Aerogeneradores de media potencia	50 KW a 750 KW	Sistemas conectados a la red
Aerogeneradores de Gran Potencia	>750 KW	Generación y comercialización de energía

Fuente: O Rayan, R & Canales, C. (2012).

Las turbinas más pequeñas se usan en diversas aplicaciones, tales como la recarga de baterías de vehículos de recreo y barcos de vela. Para aplicaciones más grandes, para determinar el tamaño de la turbina que se necesita, es conveniente definir el monto global de energía que se desea obtener. Antes de que se empiece a considerar una turbina eólica, debe también asegurarse de que se está obteniendo una eficiencia energética óptima en su casa, finca o negocio. Esto, a su vez, reducirá el coste del aerogenerador (**Ver Anexo III**).

Para la selección de un sistema de energía eólica que, por ejemplo, proporcione al menos la media anual de consumo de energía en una casa en Europa (3.500 Kw/h), el tamaño de la turbina es inadecuado en una región con una media de velocidad del viento de 4 m/s. En Nicaragua existe un bajo consumo energético, según datos suministrados por el MEM, el 85% del consumo domiciliario es de 150Kw-h/mes en zonas urbanas de manera que para un año tendremos un consumo de 1800Kw-h. En zonas rurales la demanda de energía no supera los 90Kw-h/mes en un año este valor asciende a 1080Kw-h.

El tamaño del aerogenerador para una región con una media de velocidad del viento de 4 m/s debe ser de unos 8 Kw para producir la energía suficiente para alimentar una finca. La inversión requerida para un sistema de energía eólica con una producción de electricidad similar en un lugar con una media de velocidad del viento superior será menor en comparación con la localización con velocidad media menor.

Para determinar la cantidad de energía necesaria en un sitio, se debe primero conocer la cantidad total de energía requerida (en el transcurso de un año) para alimentar todos los electrodomésticos y equipos en la casa. El tamaño y capacidad de generación del aerogenerador para una instalación en particular depende de la cantidad de energía requerida, así como de las condiciones del viento en el lugar.

Otro aspecto a considerar es la altura de la torre: entre más alta sea la torre, más cara resulta, pero también ofrece a la turbina un mejor acceso a la energía eólica. Una torre más baja requiere una turbina más grande para generar la misma cantidad de energía que con la torre alta y la turbina más pequeña y menos cara. El tipo de torre que se necesita depende del lugar, si hay suficiente espacio para los cables de anclaje de la torre, si es la torre lo suficientemente alta para que la turbina pueda funcionar por encima de obstrucciones cercanas.

La variabilidad del consumo de energía y la cantidad de dinero que se esté dispuesto a gastar en un sistema eólico también debe ser tomada en cuenta para elegir el aerogenerador adecuado. Por ejemplo, un usuario cuyo consumo es irregular o concentrado en cortos periodos del día debe dimensionar la turbina eólica de modo diferente que un usuario con una demanda de energía constante. En el primer caso, el tamaño de la turbina eólica debe ser función del consumo pico, o de la media de energía demandada.

Un sistema de micro eólico de 100W va a ser suficiente para resolver la demanda básica de energía de una vivienda rural humilde en la que solo se necesita una bujía, un radio y un televisor pequeño siendo este tipo de sistema de autoconsumo. Para la correcta selección del sistema eólico a utilizar lo más recomendable es hacer un estudio energético de la vivienda. El estudio de la potencia eléctrica consiste en sumar las potencias que consumen todos los

aparatos eléctricos de la casa, pero debido a que no estarán conectados todos los aparatos a la vez, hay que ponderar éste valor por un coeficiente de simultaneidad.

A continuación como ejemplo el cálculo del consumo de una vivienda rural se muestra en la Tabla 6 la lista de los aparatos eléctricos y de la iluminación detallando la potencia que consumen y las horas que se estima que estén conectados de acuerdo a los datos suministrados por la Gazeta 67 publicada en mayo 2012 en Nicaragua. Conociendo la potencia que consumen y el tiempo media que están conectados por día se calcula en la misma tabla la energía media consumida por cada uno de ellos.

Tabla 6: Consumo eléctrico de una vivienda rural.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Artefactos Eléctricos	Potencia (w)	Potencia (Kw)	Cantidad	Horas Uso (Día)	Horas Uso (Mes)	Consumo Mes (Kw-h)
Bujía 100W	100	0.100	1	4	120	12
Bujía 75W	75	0.075	3	4	360	27
Televisor 14"	151.6	0.152	1	5	150	22.74
Radio	100	0.100	1	3	90	9
Plancha	1250	1.250	1	1	30	37.5
Cargador celular	1.8	0.0018	3	3	90	4.86
Abanico	108.3	0.108	1	6.67	200	21.66
Refrigeradora	212	0.212	1	8	240	50.89
Electro bomba	570	0.570	1	1	30	17.10
					Total	172.75

Fuente: Elaboración propia, basada en la Ley 731. (Gazeta#67, 2012)

En este caso con un aerogenerador de 250w se podría solventar la demanda de energía de este domicilio, considerando que en teoría la capacidad instalada no se puede utilizar al 100%, siempre existe un factor de utilización que merma esta capacidad reduciendo en un 20% la potencia. Vemos que la capacidad de nuestro sistema micro eólico depende directamente de las necesidades individuales de cada consumidor aislado en particular. Ahora bien un consumo promedio para una finca en la que se integre además del consumo domiciliario, un margen de consumo para un proceso productivo como podría ser en el ámbito

ganadero, irrigación de cultivos, crianza porcina, etc., de manera que si prevemos este margen lo podemos aproximar a un valor aceptable de consumo el cual podría ser desde 1Kw hasta 15Kw.

Existen muchos fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia que van desde los 2.5w hasta los 30 Kw, China se destaca por poseer los de menor potencia en el mercado, le sigue Estados Unidos, con el primer lugar en ventas, que tiene una gama de alternativas entre las que se destacan los aerogeneradores producidos por la compañía Four Season Wind Power y Southwest windpower Inc. Reino Unido está en tercer lugar, seguido de Canadá y Alemania. Estos cinco países representan el 50% de los fabricantes de un total a nivel mundial de alrededor de 300 fabricantes de micro aerogeneradores, estos últimos se llevan el otro 50%. Otro fabricante importante es España ya que produce los aerogeneradores Bornay aunque el segundo lugar en ventas se lo lleva Reino Unido según un estudio realizado por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT). (Arribas, 2011)

Para esta guía metodológica se recomienda la utilización de un sistema micro eólico de generación de electricidad de 1kw de potencia. Generador eólico aislado de la red eléctrica. Eje horizontal tipo BWC XL1 configuración barlovento. Marca Bergey de fabricación Estadounidense compañía Wind Power Co. En los anexos se presenta la ficha técnica del fabricante. **(Ver Anexo IV).**

2.3.4 El sistema micro eólico y sus aplicaciones

2.3.4.1 Aplicaciones de la energía Micro eólica

Las instalaciones micro eólicas de potencia inferior a 15Kw, por sus características de adaptabilidad, sencillez tecnológica y costes reducidos, encuentran aplicación sobre todo para alimentar usuarios aislados desde el punto de vista eléctrico, donde no es económicamente viable la conexión a la red. También existen, aunque no sean numerosos, usuarios particulares e infraestructuras turísticas (establecimientos de turismo rural, granjas, camping, refugios, usuarios domésticos aislados en la montaña, el mar o en una isla) no

conectados a la red. En estas situaciones se pueden usar aerogeneradores de pequeño tamaño combinados con paneles fotovoltaicos y generadores diesel (sistemas híbridos), dotados de sistemas de acumulación (baterías).

Otras aplicaciones están relacionadas con la alimentación de sistemas de telecomunicación (repetidores, antenas de telefonía móvil instaladas lejos de la red eléctrica), sistemas de bombeo y drenaje, usuarios de iluminación pública que están lejos de la red eléctrica (carreteras, viaductos, túneles, faros, plataformas, semáforos, etc.). Existen dos aplicaciones generales de utilizar la energía eléctrica generada a partir de los aerogeneradores de baja potencia: instalaciones aisladas e instalaciones conectadas a la red eléctrica.

Instalaciones conectadas a la red eléctrica: Si la legislación del sector eléctrico lo permite, existe la oportunidad de suministrar energía a la red con pequeños sistemas eólicos. Esto es aplicable en los casos que exista una red en las proximidades del centro de consumo. En este caso, la energía requerida por el usuario sería suministrada por el sistema eólico y por la red eléctrica. Si el aerogenerador produce energía en exceso, se entrega el excedente a la red eléctrica y, si se produce menos energía de la requerida, se toma de la red. El almacenamiento de la electricidad en baterías es opcional, pero su inclusión exige dispositivos rectificadores de corriente alterna para la carga de las baterías e inversores de corriente continua.

Dentro de los sistemas conectados a red empiezan a tener importancia los sistemas híbridos. Por ejemplo en España, la Agencia Energía de Barcelona (AEB) y la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Regesa y Fecsa Endesa firmaron, en Noviembre de 2007, un convenio de colaboración para la construcción de una instalación mixta eólica-fotovoltaica de conexión a la red en un edificio de 175 viviendas. Éste es un proyecto pionero en el uso de energías renovables que se realiza como sustitución de una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria. El proyecto piloto consiste en una instalación de al menos 3 aerogeneradores verticales de 2.5 Kw de potencia cada uno y un sistema de energía fotovoltaica de conexión a la red de 34.3 Kw. Se estima que la central eólica-fotovoltaica producirá anualmente unos 52 200 Kw h, es decir, el equivalente al consumo energético total, no sólo para calentar

agua, de unas 24 viviendas de 80 m², y permitirá un ahorro de 5.5 toneladas de emisiones de CO₂ a la atmósfera cada año.

Instalaciones aisladas a la red eléctrica: Las pequeñas turbinas eólicas pueden ser fuente económica de electricidad para sitios aislados. La aplicación más común de sistemas aislados es la electrificación de viviendas rurales, para la cual existen diferentes configuraciones.

a) Sistemas individuales: Generalmente, cuentan con un pequeño aerogenerador, una o más baterías para almacenar la energía generada y un regulador que controla la carga y descarga de las baterías. Dependiendo de la aplicación, pueden incluir un inversor para transformar la electricidad de corriente continua en alterna. Los aerogeneradores de baja potencia se pueden utilizar sin conectar a la red eléctrica en diferentes aplicaciones. Generalmente se utilizan para cargar baterías, suministrando tanto corriente alterna como continua, con los modernos sistemas de control electrónicos, pueden ser usados para mover bombas eléctricas directamente, sin emplear baterías.

Los pequeños aerogeneradores también se pueden emplear para la calefacción de viviendas, etc. Por ejemplo, la Universidad de Massachusetts propuso un calentador eólico a mediados de los años setenta, y varias compañías trataron de sacar este proyecto al mercado. El concepto nunca tuvo acogida en Norteamérica porque no daba beneficios económicos, pero sí lo tuvo en Dinamarca, donde los precios de la calefacción eran considerablemente altos. El Folkecenter for Renewable Energy de Dinamarca (1977) demostró que una turbina eólica que cubre las demandas de la calefacción en el invierno puede fácilmente cubrir las necesidades de agua caliente en verano.

Además de los usos tradicionales, miles de micro turbinas son utilizadas en barcos. Una de las primeras aplicaciones fue la alimentación de instalaciones remotas de telecomunicaciones. Éstas eran habitualmente emplazadas en las cimas de inaccesibles montañas, donde el suministro de combustible era difícil y caro.

b) Sistemas centralizados: Si las viviendas a electrificar se encuentran relativamente próximas entre sí, la opción más apropiada puede ser un sistema

eólico centralizado debido a la concentración de equipos y energía, lo cual ofrece ventajas desde los puntos de vista técnico y económico. Un sistema eólico centralizado satisface la demanda energética de una comunidad con electricidad producida, almacenada y transformada en un “sistema eólico central” y luego se distribuye, a través de líneas eléctricas, hasta cada una de las viviendas y otros sitios. Generalmente, este tipo de sistemas cuenta con más de una fuente de generación, para lograr mayor confiabilidad del sistema.

c) Sistemas híbridos descritos a continuación con detalles.

2.3.5 Sistemas híbridos

Las aplicaciones del micro eólico para alimentar usuarios aislados son los **sistemas híbridos**. Se trata de instalaciones que combinan dos o más sistemas de generación, en parte convencionales (diesel, por ejemplo) para garantizar una base de continuidad del servicio eléctrico, y en parte de fuente renovable (eólico, fotovoltaico, hidroeléctrico, etc.), completados con sistemas de almacenaje (baterías), de condicionamiento de la potencia (inversores, rectificadores, reguladores de carga) y de regulación y control.

Para satisfacer las exigencias de energía eléctrica en las áreas aisladas o no electrificadas, en el pasado se utilizaban solo generadores diesel, que muestran una eficiencia reducida en el funcionamiento, altos costes de mantenimiento, breve vida de la instalación. Los sistemas híbridos, en cambio, permiten aprovechar los recursos renovables existentes en el territorio y constituyen una concreta opción, compatible a nivel medio ambiental y social.

Actualmente se proyectan sistemas híbridos en los que las fuentes renovables y el almacenaje proporcionan hasta un 80–90 % de la necesidad energética, dejando al diesel solo la función de emergencia. Las pequeñas turbinas eólicas, como se comentó anteriormente, brindan una solución muy atractiva para la electrificación rural en muchos lugares, pero muchas veces la fluctuación del viento hace que no se pueda obtener una producción de electricidad de manera constante. Por esta razón, frecuentemente, se usa una turbina eólica en combinación con otra fuente de generación: por ejemplo, paneles fotovoltaicos o un generador eléctrico a base de diesel. Este tipo de sistemas se denominan

“sistemas híbridos”, y una de las mayores ventajas que presentan, con respecto a un sistema individual, es que dan una mayor seguridad para la generación de energía eléctrica.

- **Instalaciones híbridas eólico-fotovoltaicas:** La energía eólica y la fotovoltaica son complementarias. Juntas, no sólo mejoran la fiabilidad de los sistemas aislados sino que también los hacen más rentables que cuando operan separadamente. Como se puede ver en la Figura 13, estas instalaciones suelen estar constituidas por un aerogenerador de pequeñas dimensiones que, a través de un rectificador/regulador de carga, suministra la energía producida a las baterías. En paralelo se encuentra un sistema de paneles fotovoltaicos, uno o varios, que mediante su regulador de carga se conectan también a la batería. Las dimensiones de cada uno de los equipos (aerogenerador y paneles) dependerán de las características climatológicas así como de las características de la carga.

Fig.13: Sistema híbrido eólico-solar



Fuente: www.soliclima.es

- **Sistema eólico-diesel:** En este tipo de instalación, el grupo diesel, interconectado a través de su sistema de control, permite una gran flexibilidad en su régimen de funcionamiento. El grupo diesel trabaja a plena carga cuando el viento está en calma o en régimen variable apoyando la producción del aerogenerador por existir variación de la velocidad del viento. Cuando el viento mantiene un régimen de velocidad suficientemente alto, el grupo diesel está parado y la producción eléctrica es suministrada solamente por el aerogenerador o mantiene su funcionamiento en condiciones de regulación mientras dura el viento fuerte.

De forma breve, se puede afirmar que los beneficios de las aplicaciones de la instalación de las plantas micro-eólicas son:

- Suministro a zonas aisladas o alcanzables con tecnología limpia y no a través de obras de mayor impacto.
- Aplicación de una política de regionalización de la producción eléctrica.
- Contribución a la diversificación de las fuentes.
- Disminución de la dependencia energética de fuentes convencionales de la zona interesada por el proyecto.
- Se evita la emisión de sustancias contaminantes.

2.4.- Conclusiones

El viento es una fuente de energía difusa que no puede ser ni contenida o almacenada, ni utilizarse para otra cosa en otro momento posterior. Se requiere en primer lugar una evaluación del viento en un determinado emplazamiento. Hay que determinar las condiciones del viento mediante mediciones de por lo menos algunos meses de duración.

La tecnología utilizada por los sistemas micro eólicos de aplicación rural ha sido detallada para fundamentar la adecuada elección del aerogenerador. Un aspecto clave de la tecnología de los micro aerogeneradores es la turbina eólica con sus palas que toman parte de la potencia del flujo de aire y la convierten en potencia mecánica para luego convertirla en energía eléctrica por medio del generador eléctrico. En sistemas micro eólicos utilizados para aplicaciones domiciliarias, es recomendable definir las necesidades de energía para establecer el tamaño adecuado que se requiera.

Debido a que la eficiencia energética es más barata que la producción de energía, si se calcula cual es la demanda en cada sitio a utilizar de este tipo de tecnología se obtendrá mejores resultados de costo / beneficio y como consecuencia requerirá una turbina de menor tamaño. En los sistemas que no están conectados a la red de suministro, se requiere el uso de baterías para almacenar la energía excedente generada, y usarla cuando no exista viento.

La energía generada por un aerogenerador esta en dependencia de los valores de las variables asociadas, densidad del aire, velocidad del viento, diámetro de la superficie medida, tiempo medio entre horas, de manera que cuando la densidad del aire es baja por ejemplo en zonas muy altas la energía disminuye al igual cuando la velocidad del viento es baja la energía es baja, esto explica que cuando la velocidad del viento es mucho mayor el aerogenerador se detendrá para protegerse; Las turbinas micro eólicas están diseñadas de tal manera que puedan girar en la medida que varía la dirección del viento, por lo que según sea la aplicación que se requiera, así se escogerá el tipo de aerogenerador necesario.



CAPITULO III

MARCO LEGAL DE NICARAGUA PARA PROYECTOS CON ENERGIA RENOVABLE

Este capítulo estudia el marco legal de Nicaragua relacionado con el Estudio de Impacto Ambiental de proyectos de electrificación rural empleando energías renovables.

TRABAJO MONOGRAFICO

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL DE HASTA 15 KW.

3.1 Introducción

La legislación sobre el sector eléctrico establece un marco jurídico favorable para que las energías renovables compitan en condiciones similares que otras fuentes energéticas. La Ley de Industria Eléctrica, (LIE), Ley N° 272 del 23 de abril de 1998 y su Reglamento (Decreto N° 42-98) y su posterior reforma (Decreto 128-99), establecen el régimen legal que regula las actividades de la industria eléctrica, que comprenden la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica, estas actividades conforman el mercado eléctrico de Nicaragua (MEN). La Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables (Ley 532, de abril de 2005), establece los incentivos para las iniciativas de generación de energía renovable en el país. Dicha ley contempla incentivos tanto de índole fiscal, como en cuanto a los derechos prioritarios en la contratación de energía.

Las Administraciones Públicas y los profesionales asumen un papel importante para el aprovechamiento de la energía de manera sostenible: por una parte los directivos responsables de la determinación de las directrices en los ámbitos de la energía, el medio ambiente y el territorio, tienen la posibilidad de favorecer la difusión de pequeñas instalaciones de fuentes energéticas renovables, a través de los instrumentos de la programación, de facilitar los trámites de autorización, de la asignación de fondos y de la adhesión a proyectos e iniciativas de programación local (Iniciativas para el Desarrollo). Por otra parte, los profesionales tienen la tarea de investigar la potencialidad que ofrece el territorio, estudiar cómo integrar estos sistemas en el medio local y diseñar proyectos-piloto que ayuden a definir y difundir un estándar aplicable localmente.

El papel de las entidades públicas locales en la programación y planificación del territorio desde el punto de vista energético y medioambiental es, sin lugar a dudas, importante, ya que contribuye a definir el método para alcanzar los objetivos fijados en la fase de programación. En los ámbitos energético y ambiental, las entidades públicas locales, sobre la base de las indicaciones procedentes de los Planes Energéticos Regionales, tienen la posibilidad de proyectar un sistema ambiental sostenible en el marco de una programación

específica de las intervenciones, que contribuya a la mejora del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

3.2 La gestión medioambiental en Nicaragua

Los altos costos del petróleo, la crisis alimentaria y el cambio climático se han convertido en los mayores problemas medioambientales a nivel mundial y que han causado mayor impacto a los países más pobres. Nicaragua, como toda la región centroamericana, no escapa a estos problemas y en especial en materia ambiental, con el agravante de que el país presenta una alta vulnerabilidad económica social que conduce a la destrucción del medio de aquí la necesidad de promover un desarrollo económico responsable en la que cada parte del sistema social, el productor, el empresario asuman su responsabilidad en el problema y realicen su esfuerzo para revisar esta situación; ya que tienen que considerar el uso de tecnología responsable con el medio ambiente para un desarrollo sustentable. Así también el consumidor tiene que hacer uso de una economía sustentable, utilizando consumibles biodegradables, ahorrando energía, y ayudando a preservar de esta manera el medio ambiente.

La nueva política ambiental en Nicaragua adoptada en 2007 con el **Decreto 76-2006**, promueve un desarrollo en la gestión ambiental de nuestro país ya que ha venido a mejorar la evaluación ambiental establecida en la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217) de 1996. Y ha derogado la lista taxativa establecida en el reglamento de ley 45-94. Estableciendo además un sistema que incluye un nuevo ordenamiento en las actividades, proyecto, obras e industrias, sujetas a realizar estudios de impacto ambiental, el sistema de seguimiento y control y el sistema de sanciones correspondientes en caso de su incumplimiento, además del sistema de consulta pública y la emisión de los términos de referencia basados en normativas técnicas.

La gestión medio ambiental de Nicaragua en las organizaciones, debe establecer y dar a conocer la política ambiental que incluye un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación, así como un compromiso de cumplir con la legislación y reglamentación ambiental aplicable, identificando el

nivel de cumplimiento con la legislación ambiental, estableciendo los mecanismos de seguimiento y medición de las operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el ambiente, además se debe de revisar el Sistema de Gestión Ambiental en cuanto a las normas técnicas y establecer las acciones de mejora continua para asegurar su adecuación y eficacia de acuerdo a cada tipo de actividad, proyecto, obra o industria pertinente.

3.3 El sistema de evaluación de Impacto Ambiental en Nicaragua

El sistema de evaluación ambiental en nuestro país está basado en la ley 217, Ley general del medio ambiente y los recursos naturales, y más recientemente establecido en el **decreto 76-2006 “Sistema de Evaluación Ambiental”** en el que se sientan las bases de la nueva política ambiental de nuestro país, que toma en consideración una política basada en la prevención de cualquier tipo de deterioro en el medio ambiente y en los recursos naturales que puedan ser ocasionados por las características de las actividades de proyectos, obras o industrias.

En el decreto 76-2006 se contempla al MARENA como ente responsable de administrar el sistema de evaluación ambiental a través de la Dirección de calidad ambiental con la participación de los sectores del estado involucrados, contando con el apoyo de los distintos sectores mediante las denominadas “Unidades Ambientales Sectoriales”; en el caso de las regiones autónomas las evaluaciones ambientales estratégicas están a cargo de las secretarías regionales de los recursos naturales y el ambiente SERENA. La evaluación ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades es administrado conforme una categorización de acuerdo al impacto ambiental potencial que pueda generar. De manera que se establecen 3 categorías ambientales.

Categoría ambiental I: Proyectos, obras, actividades e industrias, que son considerados como proyectos especiales.

Categoría ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial

Categoría ambiental III: Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos por lo que quedarán sujetos a una Valoración Ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondiente. El proceso de Valoración Ambiental y emisión de la autorización ambiental están a cargo de las Delegaciones Territoriales del MARENA o Consejos Regionales en el ámbito de su territorio. (SERENA, para la región del Atlántico Norte)

Tabla7: Categorías para industria Energía

CATEGORIA I	CATEGORIA II	CATEGORIA III
Proyectos Especiales		
Generación de energía hidroeléctrica superior a los 100 MW	Generación de energía hidro eléctrica de 10 a 100 MW	Generación de energía hidroeléctrica inferior a 10 MW
	Generación de energía Geotérmica de cualquier nivel de generación	
	Generación de energía termoeléctrica de cualquier nivel de generación	
	Generación de energía biomasa cuyo nivel de generación sea superior a los 10 MW	Generación de energía biomasa cuyo nivel sea inferior a los 10 MW
		Generación de energía eólica

Fuente: Pampagras, 2010

Los proyectos no considerados en las Categorías I, II y III son proyectos que pueden causar Bajos Impactos Ambientales Potenciales, por lo que no están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. De conformidad con el artículo 25 de la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, los proponentes deberán presentar el formulario ambiental ante la autoridad municipal correspondiente para la tramitación de la solicitud de su permiso, según los procedimientos establecidos.

En la tabla 7 se muestran las categorías ambientales en correspondencia con los tipos de proyectos, obras o actividades, filtrando para el caso de industria energía. Podemos ver que los proyectos eólicos aparecen en la categoría ambiental III, la cual es considerada como proyectos que pueden causar un impacto ambiental moderado, aunque pueden generar efectos acumulativos por lo cual están sujetos a una Valoración Ambiental, como condición para recibir la autorización ambiental correspondiente la cual es otorgada por la delegación territorial del Marena o consejos regionales en el ámbito de su territorio.

La resolución ministerial 012-2008 aprobada el 21 de abril de 2008, es el documento donde se aprueba el procedimiento general y los instrumentos normativos complementarios para la tramitación de permisos ambientales y autorizaciones ambientales del sistema de evaluación ambiental de acuerdo a cada categoría establecida. Esta resolución así mismo incluye los formularios ambientales, la guía general de los términos de referencia para la elaboración de los estudios de impacto ambiental y la guía para la elaboración de los planes de gestión ambiental para los proyectos considerados como categoría III. (**Ver ANEXOS VI, VII y VIII**).

La generación de energía eólica de cualquier potencia de generación es considerada en la legislación por igual, de manera que se puede interpretar que tanto una planta eólica a gran escala, como una pequeña planta eólica rural de hasta 15 KW deberían ser consideradas de la misma forma y por tanto, se debería normar el estudio de impacto ambiental para todo tipo de proyectos de energía renovable que utilicen como fuente la energía eólica.

Otro aspecto importante a considerar sería que la instalación de estas centrales puede conllevar a la existencia de contaminación acústica, impacto visual, daños a la avifauna, (las aves pueden colisionar con las aspas del generador), daño al paisaje, debe de hacerse estudio de suelo, puede existir un manto acuífero en el sitio de interés, se debe considerar las fallas geológicas, debido a todas estas afectaciones se hace necesario realizar un EIA. Para la determinación de los posibles daños que puedan ocasionar al medio ambiente la

instalación de estos sistemas, de aquí la importancia de la elaboración de esta Guía Metodológica como documento base para proponer un sistema que permita normar los Estudios de Impactos Ambientales para pequeñas plantas eólicas de hasta 15 Kw

3.4 Etapas del desarrollo de proyectos utilizando fuentes renovables

El desarrollo de un proyecto utilizando fuentes renovables, visto desde la perspectiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio, cuyas siglas son MDL, inicia cuando el proponente o dueño del proyecto formula la idea de un proyecto que ayude a reducir de manera significativa las emisiones de CO₂ en el medio ambiente. Las siguientes etapas son de estudio y de diseño, es aquí donde entran los conceptos de perfil del proyecto, pre factibilidad y factibilidad técnica seguida de los estudios ambientales.

Fig.14: Ciclo de vida de un proyecto de energía renovable



Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la licencia ambiental, se pasa a las demás etapas como son: Construcción, Operación y Desmantelamiento (Fig.14).

El perfil del proyecto constituye un esfuerzo preliminar por parte del desarrollador de recopilar y comenzar a analizar la información de fácil acceso con relación a la idea de proyecto que procura desarrollar siendo la

característica más importante de esta etapa la de responder a las preguntas generales que le permitan al desarrollador describir con la mayor claridad posible cual es su idea de proyecto y hacer un primer juicio respecto a si es económica y técnicamente conveniente seguir adelante con dicha idea de proyecto. El análisis del perfil del proyecto permite profundizar el estudio en los aspectos del proyecto que así lo requieran antes de decidir pasar a la siguiente etapa o de abandonar el proyecto si el perfil es desfavorable y buscar otras opciones viables o posponer la ejecución del proyecto.

En esta etapa se realiza el estudio del sector eléctrico, la estructura funcional de las instituciones gubernamentales, estructura y funcionamiento del sistema energético nacional, el mercado eléctrico existente, los grupos sociales a beneficiar, así como las instituciones no gubernamentales que estén dispuestos a apoyar los proyectos de electrificación rural.

Estudios de Pre factibilidad La realización de estudios para las centrales de generación eléctrica que utilicen recursos naturales requieren de una licencia provisional emitida por el INE por un plazo máximo de dos años. En el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) se establece el procedimiento a seguir para su otorgamiento. Las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la actividad de generación para fines comerciales con capacidad instalada mayor de 1 MW, requieren de una licencia otorgada por el Estado a través del ente regulador (INE), la cual se otorgará por un plazo máximo de 30 años. Cada agente económico que participe en una actividad del sector eléctrico requerirá contar con la correspondiente Concesión o Licencia, de acuerdo a lo que establece la ley y su reglamento (LIE, 1998).

Estudios de Factibilidad Este estudio es uno de los dos documentos clave que le permiten analizar a los potenciales financistas e inversionistas cuan rentable puede ser el proyecto y que tanta confiabilidad tienen los planteamientos del desarrollador.

El estudio de factibilidad busca establecer con grado considerable de confiabilidad la viabilidad del proyecto, tanto en términos de mercado, de sus aspectos técnicos, de su rentabilidad económica financiera y, de manera

preliminar, su conveniencia socio ambiental. En este estudio se consideran generalmente aquellas alternativas que fueron identificadas como más favorables en el estudio de pre factibilidad.

En el estudio de factibilidad del proyecto es necesario definir con claridad la metodología a utilizar y los estudios detallados del sitio para las características específicas del proyecto; Los elementos técnicos que se obtienen del estudio de factibilidad son requeridos en diversos trámites de permisos. De vital importancia es también para la gestión del financiamiento del proyecto ya que los analistas financieros exigen este estudio y que sea realizado por personal externo calificado.

Etapas de Construcción: En esta etapa se deben contemplar las siguientes actividades para el desarrollo del proyecto eólico

1. Preparación y limpieza del terreno
2. Construcción y adecuación de caminos de acceso
3. Circulación de maquinaria, operación de equipos y transporte de materiales
4. Excavación, zanjeo y movimiento de tierra
5. Fundaciones y montaje de estructuras
6. Levantamiento de torres e instalación eléctrica
7. Terminación de obra
8. Generación y disposición de residuos
9. Contingencias

Fase de Operación y Mantenimiento: En esta etapa es importante determinar cuándo dará inicio la operación del proyecto así como determinar la vida útil del mismo. En términos generales, en esta etapa involucra la instalación eólica funcionando, generando energía eléctrica a partir del viento la cual es distribuida mediante la instalación eléctrica de la vivienda, comunidad o usuario individual, que en este caso es el dueño del proyecto eólico rural.

1. Operación del sistema micro eólico
2. Mantenimiento de equipos e instalación del sistema micro eólico
3. Generación y disposición de residuos
4. Contingencias

Fase de Desmantelamiento: Esta etapa finaliza cuando la vida útil del sistema micro aerogenerador termina en la actualidad estos equipos están diseñados para una vida útil de 20 años (Bergey Wind Turbine, 1Kw). Las actividades a desarrollarse en esta etapa son las siguientes:

1. Abandono y retiro de instalaciones del sistema micro eólico
2. Generación y disposición de residuos
3. Contingencias

3.5 Estudios Ambientales en la formulación de los proyectos con energía renovable

Los estudios ambientales demostraran si el proyecto es ecológicamente rentable, concluyendo las etapas del proyecto con el diseño final una vez que se han desarrollado todas la etapas anteriores, y en esta etapa se producen los planos finales constructivos, el trazado de los canales de conducción, manuales de los procedimientos, lineamientos, los planes y programas de mitigación y control de los problemas ambientales. La formulación de los proyectos debe considerarse al menos los siguientes:

- El paisajismo
- Estudio de Niveles sonoros, vibraciones, sombras, mediciones
- Distancia mínima del suelo y seguridad sobre el terreno
- Sistema de seguridad adoptado
- Instalación de tuberías y otras canalizaciones
- Conservación y mantenimiento de la instalación

3.5.1 Permisos para Uso de Recursos.

En la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217) se establecen las reglas básicas para el uso de los recursos naturales y crea el principio de que cualquier actividad que pudiera tener un impacto ambiental debe obtener previamente un permiso del Marena. Dicho permiso puede ser tramitado durante esta etapa. Para que el Marena autorice el permiso del proyecto de generación con energía renovable, deberá cumplir los requisitos ambientales descritos a continuación:

- Descripción de utilización del suelo en el área de influencia del proyecto, se deberá informar que tipo de actividad es ejercida en el sitio a instalar el equipo aerogenerador.
- Mapa del sitio en donde se pretende realizar el proyecto. El cual no deberá afectar las zonas establecidas como reservas naturales, parques nacionales, refugios de vida silvestre etc. **(Ver Anexo V)**
- Presentar los lineamientos básicos del Plan de Acción durante Emergencias que deberá confeccionar el titular de la licencia a los efectos de prevenir y minimizar las consecuencias dañinas para vidas y bienes expuestas aguas abajo en el caso de emergencias.

En la regulación actual de nuestro país, no se obliga la ejecución del EIA para proyectos mini eólicos, sin embargo es necesario incorporar en el marco regulatorio una normativa que obligue a proyectos mini eólicos a realizar estudios de impacto ambiental para este tipo de generación de energía eléctrica, con el objeto de reducir los impactos ambientales que se generen de la utilización de este tipo de recurso. Por lo menos debería incluirse los siguientes factores:

- Niveles sonoros, vibraciones y medición,
- Protección de la biodiversidad y paisaje,
- Distancia mínima del suelo y seguridad sobre el terreno,
- Derecho de aprovechamiento de la energía mini eólica,

- Tipo de tecnología a utilizar (modelo, marca, especificaciones técnicas)

Esto permitirá un crecimiento ordenado de los proyectos micro eólicos de aplicación rural con el fin de evitar al máximo los posibles daños al medio ambiente y además permitirá controlar la generación de energía eléctrica utilizando este tipo de tecnología.

3.5.2 Permisos de Construcción

Una vez que se tiene finalizado todo el esquema del proyecto, la selección del equipo aerogenerador, el sitio donde será instalado, los planos finales del proyecto y cronograma de la obra a ejecutar se pasa a la etapa de construcción para ello es necesario solicitar el permiso de construcción en la municipalidad que rige el sitio en donde se pretende realizar el proyecto eólico.

Los permisos de construcción están catalogados como: Categoría I y II., según el Decreto# 504, 1980. Todo proyecto u obra de remodelación o construcción nueva está obligado a solicitar el permiso de construcción, de tal forma que para la construcción de un sistema micro eólico aunque sea de pequeña escala, está obligado a solicitar este permiso.

Para el departamento de Managua, **el reglamento de ley # 504, 1980**, establece las normas y procedimientos para obtener el permiso de construcción siendo el Ministerio de la Vivienda y Asentamientos Humanos el encargado de revisar los planos y otorgara la aprobación técnica cuando cumplan con los reglamentos, códigos y normas que les sean aplicables. El permiso de construcción se clasifica según la obra en:

- Permiso de Infraestructura
- Permiso de Desarrollo Urbano
- Permiso de Desarrollo Vial
- Permiso de Edificación
- Permiso de Proyecto Especial

Otro aspecto importante de considerar para obtener el permiso de construcción será la revisión del Reglamento de Zonificación y Uso del Suelo, en el cual se

establecen las normas y regulaciones correspondientes al uso del suelo y riesgos sísmicos producto de las fallas geológicas existentes en nuestro país. También se define en este reglamento las zonas protegidas ya sea por uso del suelo, existencia de manantiales, laderas de ríos, lagos, zonas arqueológicas, minas, etc. En este caso el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, el Ministerio de Salud y la alcaldía correspondiente al área del proyecto serán los responsables de asegurar que este no cause ningún perjuicio ya sea por contaminación, o por molestias y se considere una amenaza para la salud pública.

Para solicitar el permiso de construcción será necesario contratar los servicios de un profesional que esté inscrito en la secretaría general del Ministerio de la Construcción y que tenga vigente su licencia de operación que lo acredite como constructor. Una vez que se presenta la solicitud del permiso al departamento de proyectos de la municipalidad, esta institución enviara a un ingeniero a realizar una inspección técnica para verificar la viabilidad de extender o no el permiso.

3.5.3 Permisos Ambientales

El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) es el organismo gubernamental rector de la política ambiental del país. Mediante la Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y el Decreto 76-2006, se establecen los requisitos y medidas ambientales a cumplir por cualquier agente económico que opere en el país. Los procedimientos fueron aprobados y reglamentados en la Resolución Ministerial 12-2008.

En la sección IV de la Ley de permisos y evaluación de impacto ambiental de la ley general del medio ambiente establece que los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioros al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución el Permiso Ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. El reglamento establece la lista específica de tipos de obra y proyectos.

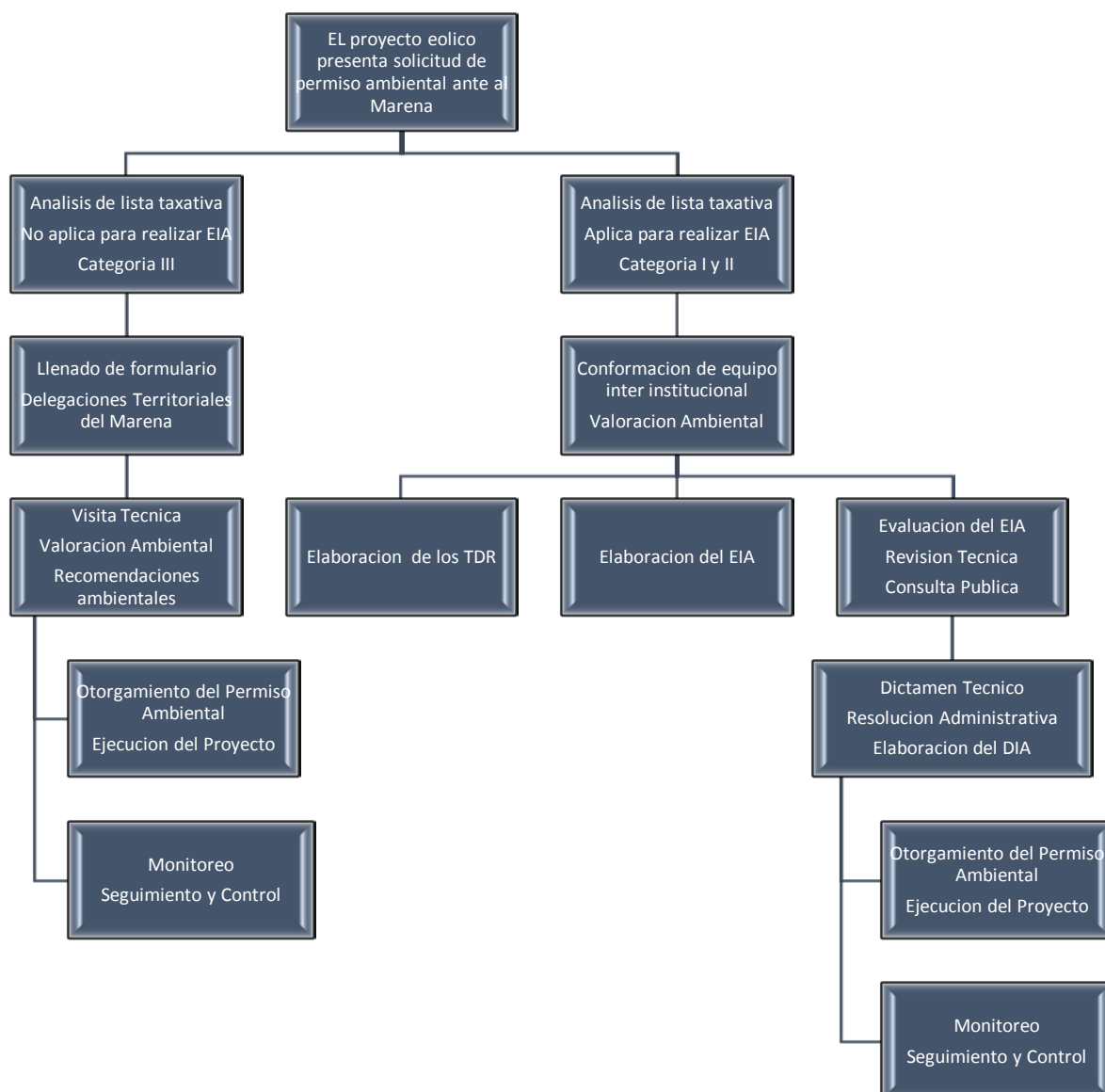
Los proyectos micro eólicos de aplicación rural, están catalogados como categoría III, como mencionamos anteriormente, a pesar de que este tipo de proyectos, no están obligados para realizar estudios de impacto ambiental, si está obligado a solicitar una autorización ambiental, siendo las delegaciones territoriales del Marena los encargados de realizar la respectiva Valoración Ambiental para evaluar si el proyecto es o no ejecutable mediante una inspección en el sitio de interés.

3.6 Esquema de gestión ambiental administrativa de proyectos eólicos

El proceso de gestión ambiental administrativa en nuestro país está basado en la ley general del medio ambiente y los recursos naturales, en ella se especifican el tipo de proyectos por categoría (fig.15). El sistema de evaluación ambiental establece los pasos a seguir para la elaboración de los términos de referencia y para el otorgamiento de los permisos ambientales en dependencia del tipo de actividad del proyecto.

En el caso de proyectos micro eólicos, están contemplados en las categorías III, no están obligados a realizar Estudios de Impacto Ambiental, pero deben solicitar el permiso ambiental, este es emitido una vez que se realiza por parte de las delegaciones territoriales del Marena una Valoración Ambiental. Dicha valoración ambiental es realizada por técnicos calificados del Marena quienes realizan una inspección en el sitio donde se ejecutara el proyecto siendo ellos los encargados de brindar las recomendaciones ambientales pertinentes para el correcto manejo control ambiental además de dar seguimiento a las disposiciones emitidas en el documento de valoración ambiental.

Fig. 15: Esquema de Gestión administrativa ambiental de proyectos eólicos.



Fuente: Elaboración propia con datos del Marena.

Este tipo de proyectos están obligados a entregar al Marena el formulario de solicitud del permiso ambiental debidamente llenado además deben entregar sus respectivos planes de medidas ambientales y el plan de monitoreo ambiental, según los términos de referencia para proyectos categoría III, cuyos contenidos están explícitos en la guía que es entregada por el Marena a los solicitantes de este tipo de proyectos (Marena, 2013)

3.7 Conclusiones

Para proyectos de electrificación de una comunidad rural utilizando un equipo aerogenerador de menos de 15Kw, el MEM junto con ENATREL e INE deberían establecer normas tanto constructivas como de regulación ya que se trata de equipos mucho mas grandes tanto en capacidad como en tamaño. Debido a que no existen leyes que regulen este tipo de sistema, en Nicaragua, existe tanto potencial eólico sin aprovechamiento rural, en sitios de pobreza extrema.

También se hace necesario que el Gobierno y el Ministerio de Educación (MINED) empiecen a implementar políticas educativas en la población a fin de crear el interés de utilizar este tipo de alternativa energética en la población rural, en las comunidades. El MEM, INE y ENATREL deberían desarrollar programas de electrificación rural utilizando las fuentes eólicas como solución a los problemas de falta de recursos energéticos en los sitios más desprotegidos del país e incentivar la inversión en este tipo de sistemas energéticos tanto nacionales como extranjeros que apoyan el desarrollo rural sostenible.

Los proyectos micro eólicos están considerados en la categoría III y solamente están sujetos a realizar una Valoración Ambiental, para la obtención del permiso ambiental, no están obligados a realizar estudios de impacto ambiental, sin embargo deben llenar el formulario de solicitud de permiso ambiental y anexar un documento denominado perfil del proyecto para categoría III. No se han elaborado términos de referencia para normar este tipo de sistemas de generación. En nuestro país es necesario que MARENA empiece a desarrollar términos de referencia para proyectos eólicos a diferentes escalas de potencia, como se han realizado para el sector vial el cual se encuentra en mayor desarrollo en lo que respecta a la gestión ambiental y son proyectos que elaboran únicamente una valoración ambiental para la ejecución de los proyectos de mejora de caminos y mantenimiento vial.

En la tabla de Categoría de la Industria Eléctrica están clasificados de manera general “Generación Eólica” como categoría III, debería de haber un rango de especificación de los niveles de generación, por ejemplo: Para potencias de 0.5Kw a 15Kw micro eólicos a pequeña escala con aplicaciones rurales aisladas o domiciliarias aisladas de la red de energía convencional; Para potencias de 15Kw hasta los 100Kw eólicos a mediana escala, con aplicaciones agrícolas, ganaderas, comunitarias, hospitalarias, industrias pequeñas; Para potencias de 2Mw o mas, eólicos a gran escala, para aplicaciones rurales aisladas de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

De acuerdo a esta categorización, se debe elaborar los términos de referencia para cada nivel de potencia, en la actualidad las plantas de generación eólica como por ejemplo los proyectos Amayo en sus dos fases, elaboraron sus respectivos estudios de impacto ambiental. De aquí se concluye que existe una contradicción bien marcada en nuestro sistema legislativo ya que si se analiza la categorización establecida en el reglamento de ley 76-2006, vigente, este tipo de proyectos no están obligados a realizar estudios de impacto ambiental. Habrá que revisar este reglamento de ley para que si se obliguen a realizarlo.

Una vez que se otorga el permiso ambiental, deben establecerse los mecanismos por los cuales se deberá controlar la ejecución del plan de monitoreo y manejo ambiental, de esta forma se garantizara el pleno cumplimiento de las medidas de protección al medio ambiente. El Marena deberá capacitar al personal competente para que este punto se cumpla a cabalidad. Dentro del seguimiento continuo al cumplimiento de las medidas de mitigación y control es importante realizar auditorías externas las que deben realizarse por personal de Marena.

Habiendo sido analizado el marco legal regulatorio para proyectos de electrificación rural utilizando fuentes renovables, se concluye que hace falta un desarrollo sostenible involucrando a todas las partes afectadas para la correcta regulación referente a este tipo de proyectos.



CAPITULO IV

METODOLOGIA PARA EIA

DESCRIPCION BREVE:

Este capítulo describe la Metodología Propuesta para documentar y evaluar los impactos ambientales producidos por pequeñas plantas eólicas de hasta 15KW.

TRABAJO MONOGRAFICO

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL DE HASTA 15 KW.

4 Metodología para Estudios de Impacto Ambiental.

4.1 Introducción

Las metodologías para los estudios de impacto ambiental están encaminadas a identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de los proyectos, y sus resultados deben ser complementadas, en la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), considerando: la descripción del proyecto en curso de evaluación, el plan de manejo y el sistema de monitoreo a ser aplicado.

Desde los inicios de los procedimientos de EIA hasta el presente las metodologías aplicables se encuentran, en evolución. A nivel internacional, se han generado metodologías de aplicación indistinta a diferentes actividades y tecnologías de aplicación a proyectos específicos. De la misma manera, se han perfeccionado los marcos normativos y la inserción institucional de las EIA, incluyendo el mejoramiento de las capacidades de valoración oficial de las evaluaciones de impacto ambiental presentados.

Para elegir cual metodología utilizar se deben realizar consideraciones previas a la selección de la metodología en las que se debe incluir:

1. El marco normativo vigente, incluyendo la existencia de precisiones sobre los EIA que pudieran estar incluidas en las regulaciones pertinentes.
2. El tipo de proyecto, la magnitud y complejidad del mismo, y las características del medio social y físico-biótico potencialmente afectable.
3. El objetivo del EIA (selección de alternativas tecnológicas y de localización, e identificación de impactos).
4. La etapa de desarrollo del proyecto en la cual se aplica la metodología (pre- factibilidad, factibilidad, diseño).
5. La relación entre los requerimientos de datos para cada metodología y la disponibilidad de los mismos.
6. La relación entre los costos económicos y el requerimiento de personal y equipamiento necesarios, con la magnitud y los impactos potenciales esperables del proyecto.
7. El aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

De la consideración integral de los factores antes mencionados surge la diversidad de metodologías utilizables y, además, disponibles. De hecho, no existe una metodología única y universal. Ello no impide desconocer la necesidad de disponer de metodologías aplicables a la diversidad de actividades a ser evaluadas, a la diversidad de medios y factores ambientales potencialmente afectados, y a la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno. El marco reglamentario sobre EIA puede, además de fijar su obligatoriedad para aquellas actividades y proyectos susceptibles de afectar al ambiente, avanzar en lineamientos de los contenidos de los EIA. En particular, se han establecido, en diferentes marcos normativos, términos de referencia los cuales determinan los aspectos principales que deben ser analizados y, en general, la forma de acuerdo a la cual deben ser presentados los estudios de impacto ambiental.

4.2 Marco Teórico

Se han desarrollado múltiples metodologías que permiten responder a las exigencias de los estudios de impacto ambiental. Estas metodologías han ido evolucionando rápidamente en la última década. La metodología más útil será la que se adapta al proyecto en estudio, al ambiente afectado y a las necesidades del proyectista. Aquí radica la importancia del grado de conocimientos y la capacitación que deberán tener los consultores y los equipos multidisciplinarios ya que la tarea recae sobre ellos.

Las diferentes metodologías deben ser valoradas en función de las incertidumbres y de los costos asociados a cada una de ellas. Debe considerarse, también, que las metodologías son aplicables a diferentes etapas o nivel de los EIA. Considerando las etapas de una evaluación de impacto ambiental (EA), a saber, “valoración cualitativa” (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación relaciones causa-efecto) y “valoración cuantitativa” (predicción de magnitud del impacto, valoración cuantitativa del impacto).

Ninguna metodología es la mejor ante otras. La combinación de estas casi siempre resulta más útil en la evaluación del impacto ambiental. Los factores que influyen en la selección se vinculan con: el tipo y tamaño de la propuesta, las alternativas, la naturaleza de los impactos, la adecuación al ambiente afectado, la experiencia del equipo de trabajo multidisciplinario, los recursos disponibles (información, consultores, especialistas), la experiencia del proponente, la limitación y/o procedimientos administrativos, la participación ciudadana y la seguridad de adecuarse a la situación específica (Espinoza, 2002).

Las mayores incertidumbres asociadas a algunas de las metodologías pueden ser aceptables en las evaluaciones correspondientes a las etapas iniciales de los proyectos (“valoración cualitativa”), aunque no en la etapa de su “valoración cuantitativa”. Según Garmendia (2006), se pueden agrupar las metodologías disponibles en las siguientes categorías (Tabla8):

Tabla 8. Clasificación General de las metodologías de EIA.

MÉTODOS	DESCRIPCION	APLICACIONES METODOLOGICAS
Métodos de identificación de alternativas	Los métodos de identificación de alternativas se han utilizado especialmente para localizar las áreas más adecuadas para desarrollar un proyecto.	Superposición de transparencias Metodología de Mc Harg Sistemas de información geográfica
Métodos para ponderar factores	Métodos de consulta a expertos para ponderar factores ambientales como paso previo al proceso de valoración de los impactos	Metodología Delphi
Métodos para identificar impactos	Métodos a través de los cuales se puede identificar los impactos directos secundarios y /o terciarios de un proyecto	Listas de revisión cuestionarios del Banco Mundial Diagramas de Redes Metodología de Sorensen Matriz de interacción entre factores
Métodos de evaluación de impactos	Son útiles para poner un valor a cada impacto y al impacto total del proyecto	Matriz de Leopold Método de Batelle Columbus Metodología de Galleta Análisis energético de Mc Allister Guías Metodológicas del MOPU Evaluación Cualitativa

Fuente: (Garmendia, A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

4.2.1 Métodos para identificar alternativas

Los métodos basados en el trabajo de expertos (ad-hoc) en la materia como los fundamentados en transparencias o método de Mc Harg que consiste en utilizar un sistema cartográfico en el que los mapas se realizan

sobre transparencias para la elección del territorio garantizando el menor impacto posible. Los sistemas de información geográfica (SIG) se utilizan con la misma finalidad del método anterior con la ventaja de que pueden integrar mayor cantidad de información.

Los que se basan en la consulta pública que se han utilizado mayormente para elegir el sitio adecuado para instalar un determinado proyecto. Pueden crear un abanico mayor de ideas para la solución de alternativas (Garmendia, A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

4.2.2 Métodos para ponderar factores

Se utiliza el *método de Delphi* es un método de consulta a expertos en el cual un grupo de expertos responden a una encuesta de forma anónima e iterativa que involucra diferentes factores a los cuales deberán asignar un valor, buscando convergencia de opiniones que servirá para definir un cierto indicador como por ejemplo: la calidad del agua. (Garmendia, A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

4.2.3 Métodos de identificación de impactos

a. Paneles de expertos: (ad hoc) Permiten identificar una amplia gama de impactos, establecer medidas de mitigación y procedimientos de seguimiento y control. Se utilizan para la sistematización de las consultas a un grupo de expertos familiarizados de manera que adapta fácilmente la identificación de impactos por la sencillez de su procedimiento. Uno de los principales problemas de este método radica en la acertada selección de los paneles de expertos para que se hace necesario formar equipos diferentes para cada tipo de proyectos y hay seguridad que sean exhaustivos o comprensivos. Por lo cual deducimos que el panel de expertos debe ser representativo en los temas analizados. (Espinoza, 2002)

b. Listas de chequeo: Se utilizan para presentar los impactos más importantes que genera el proyecto de una forma sencilla. Las listas de chequeo se pueden clasificar en base a su nivel de desarrollo en: simples, descriptivas, de

verificación y escala, de verificación, escala y ponderación (Sanz C., 1991). La información detallada se presenta en la tabla9.

Tabla9. Tipos de Listas de chequeo en base a su nivel de desarrollo.

Tipo	Descripción
Simples	Analizan factores o parámetros sin ser estos valorados o interpretados
Descriptivos	Analizan factores o parámetros y presentan la información requerida a los efectos sobre el medio.
De verificación y escala	Incluyen, además de lo anterior, una escala de carácter subjetivo para la valoración de los efectos ambientales.
De verificación, escala y ponderación	Introducen a las anteriores unas relaciones de ponderación de los factores en la escala de valoración.

Fuente: Sanz C., (1991).

c. Cuestionarios del Banco Mundial: El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento utiliza una metodología básica para evaluar los proyectos que financia basados en una identificación de factores ambientales para analizar las consecuencias que producen los proyectos (Conesa, 2003).

Fig16. Listado-Cuestionario Parcial de Impactos para un Proyecto de Desarrollo Forestal

¿Hay algún ecosistema terrestre de los tipos que se indican más abajo que pudiera ser clasificado como significativo o único por su tamaño, abundancia o tipo?		¿Utiliza la población actual estos ecosistemas para su provecho? Por ejemplo en:	
Bosque	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO SABE	Alimentación	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO SABE
Sabana	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE	Plantas medicinales	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
Estepa	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE	Madera	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
Desierto	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE	Fibras	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
		Pieles	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
¿Cómo calificaría a estos ecosistemas?		Alimentos para animales	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO SABE
Pristinos	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO SABE	¿En qué dimensión requerirá el proyecto la limpieza o alteración del suelo ocupado por estos ecosistemas?	
Moderadamente degradados	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE	Un área pequeña	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
Muy degradados	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE	Un área mediana	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
¿Hay una tendencia actual hacia la alteración de estos ecosistemas vía corta, quema, etc., a fin de transformar el suelo para usos agrícolas, industriales, urbanos, etc.?		Un área grande	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE
<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> NO SABE		¿Descansa el proyecto en la utilización de materias primas provenientes de estos ecosistemas?	
		<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO SABE	

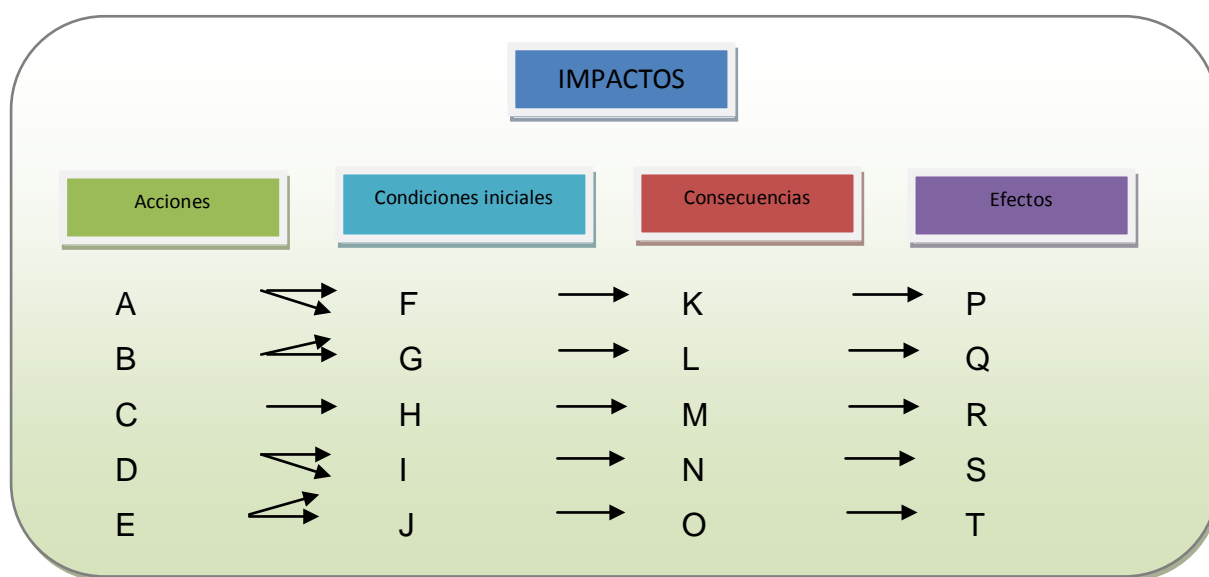
Fuente: Elaboración propia basado en (Espinoza, 2002)

d. Diagramas de redes y Método Sorensen: Con este método se puede conectar una acción impactante con un factor ambiental y este con otro factor, lo que permite representar de forma visual y determinar efectos secundarios. Sorensen en 1971, realizó una lista de acciones que se relacionaba con un diagrama de causa y efecto, buscando modificaciones ambientales y terminando

con una descripción de mecanismos de control (Garmendia A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

Una forma de hacer este análisis es mediante la utilización de vectores o flechas, disponiendo las acciones horizontalmente como filas, con sus correspondientes impactos en la forma secuencial descrita (Canter L, 1998). Así por ejemplo mediante gráficos de red podríamos esquematizar un proyecto X en un sector rural que contemple, entre muchas otras, las acciones e impactos como se representa en la fig17.

Fig17. Esquema grafico de redes de un proyecto X



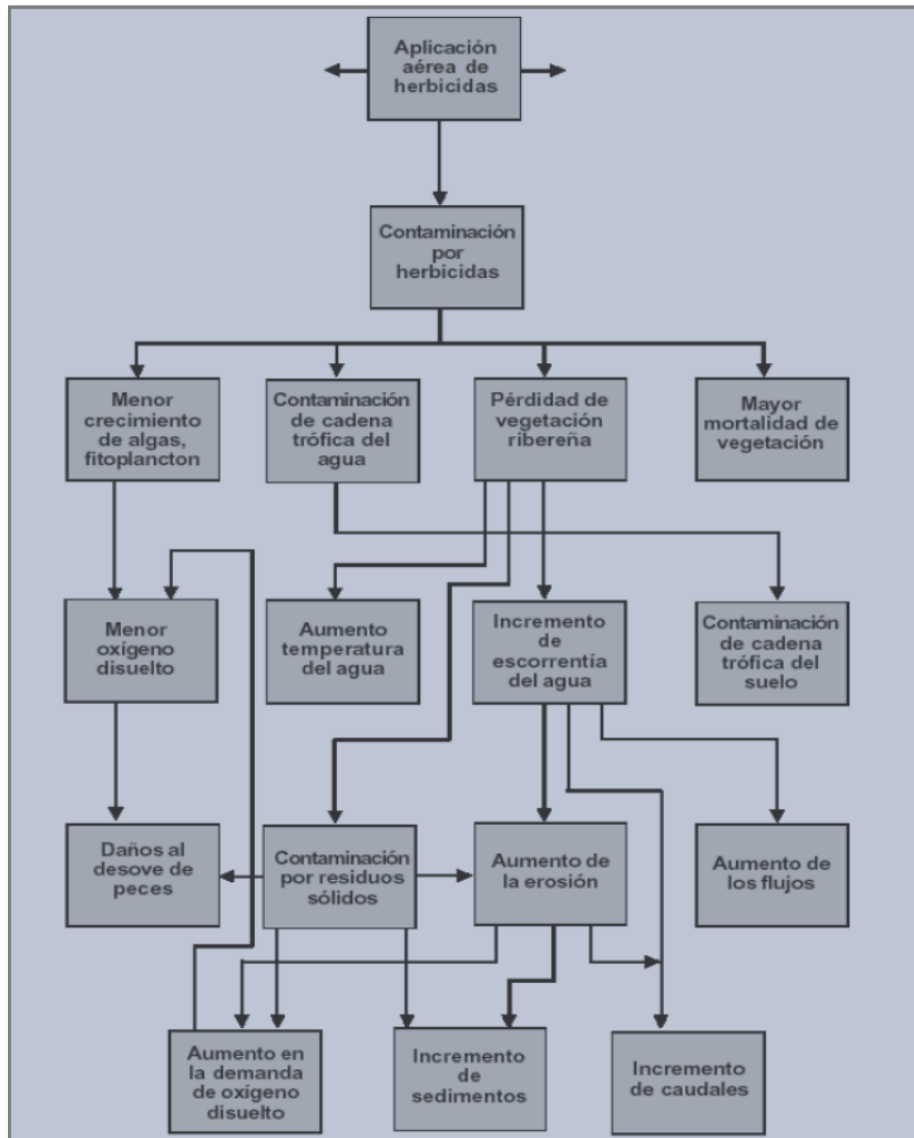
Fuente: Elaboración propia basada en (Canter L, 1998)

e) Redes: Las redes son una extensión de los diagramas de flujo a fin de incorporar impactos de largo plazo. Los componentes ambientales están generalmente interconectados, formando tramas o redes y a menudo se requiere de aproximaciones ecológicas para identificar impactos secundarios y terciarios. Las condiciones causantes de impacto en una red son establecidas a partir de listas de actividades del proyecto. El desarrollo de una red requiere indicar los impactos que resultan de cada actividad del proyecto.

Se utilizan, en orden jerárquico, los impactos primarios, los impactos secundarios y terciarios, y así sucesivamente hasta obtener las interacciones respectivas. Las redes son útiles como guías en el trabajo de evaluación de impactos ambientales para detectar impactos indirectos o secundarios; en proyectos complejos o con

muchas componentes pueden ser muy importantes para identificar las interacciones mutuas. Además proporcionan resúmenes útiles y concisos de los impactos globales de un proyecto (Fig.18) Su principal desventaja es que no proveen criterios para decidir si un impacto en particular es importante o no. Cuando la red es muy densa, se genera confusión y dificultad para interpretar la información (Espinoza G., 2006)

Fig.18 Ejemplo de Red de impactos para la aplicación aérea de herbicidas.



Fuente: (Espinoza G, 2006)

e. Matriz de interacción entre factores: Se colocan en una matriz tanto en filas como en columnas los factores marcando con un 1 si existe interacción. Al multiplicarla por si misma se obtienen los impactos secundarios, al volver a

multiplicarla por si misma se obtienen los terciarios y así sucesivamente. Fue usado por el Departamento de Desarrollo y Planificación Regional del Estado de Nueva York para evaluar alternativas de localización de una terminal de transbordadores en Canadá en 1974 (Garmendia, A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

f. Cartografía Ambiental: Es un procedimiento grafico que se utiliza para el análisis ambiental proyectándolo espacialmente. El método más utilizado es la superposición de transparencias utilizando una serie de mapas que establecen impactos individuales sobre un territorio. Estos se superponen para obtener un impacto ambiental específico. De esta manera se puede identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. Los mapas pueden ser elaborados por medio de mapas topográficos, fotografías aéreas, observaciones del terreno, opinión de expertos y de diferentes actores sociales. Hoy en día se utilizan superposiciones por medios computacionales. Su mayor desventaja es que puede considerar impactos limitados que pueden expresarse en coordenadas espaciales y además el límite de alcance de los impactos es poco claro debido a que no pueden sobreponerse una gran cantidad de variables (Espinoza G., 2002).

g. Modelos Simulativos: Técnicas utilizadas para predecir estados futuros de parámetros ambientales específicos, por ejemplo, modelos de dispersión de partículas en el aire, modelos de contaminación de corrientes, etc.

EI K.SIM: Permite simular el comportamiento del sistema bajo análisis y de su evolución bajo influencias diversas, de forma rápida, simple y eficaz empleando una serie de componentes interrelacionados, se puede observar rápidamente los resultados utilizando ordenadores personales con capacidad de graficación (Gómez D., 2003).

EI G.SIM: Permite simular el comportamiento de sistemas complejos de los que se dispone de escasa información sobre el efecto (positivo, negativo o inapreciable) que ejercen las variables entre sí, la forma básica de la relación y algunos juicios cualitativos sobre el tamaño relativo de las variables (Gómez D., 2003).

El IMPRO: Es un programa de ordenador que surgió para aplicar de forma informática la metodología de Gómez Orea para la realización de estudios de impacto ambiental (Gómez D., 2003).

En la tabla10 se presentan las principales ventajas y desventajas de los métodos utilizados para la identificación de impactos ambientales.

Tabla10: Principales ventajas y desventajas de algunos métodos de identificación de impactos

METODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Listas de verificación	Simple de comprender y usar Bueno para la selección del local y el establecimiento de prioridades.	No hace distinción entre impactos directos e indirectos No une la acción con el impacto
Matrices	Une la acción con el impacto Buen método para esquematizar los resultados de la evaluación de impacto	El proceso de la incorporación de valores puede ser controversial Dificultad para distinguir los impactos directos e indirectos
Redes	Une la acción con el impacto Útil en forma simplificada para verificar impactos de segundo orden Maneja impactos directos e indirectos	Potencial significativo para el doble conteo de impactos Puede volverse muy complejo si se usa mas allá de la versión simplificada
Superposiciones Cartografía ambiental	Fácil de entender Buen método de representación Buena herramienta de elección del local	Contempla solamente impactos directos Se refiere solamente a la duración ya la probabilidad de los impactos
SIG y Sistemas de Expertos Computarizados	Excelente para identificación y análisis de impactos Bueno para experimentación	Dependen fuertemente del conocimiento y de datos, a menudo, caros y complejos

Fuente: Espinoza, 2002

4.2.4 Métodos de evaluación de impactos

a) Matriz de Leopold: A pesar que fue el primer método que se utilizó para la evaluación de los impactos ambientales todavía en la actualidad se sigue utilizando, con variaciones. La matriz original consiste en una matriz cuyas columnas tienen 100 acciones y sus filas constan de 88 factores ambientales. Los cruces son posibles efectos ambientales o impactos. Las cuadrículas que representan los mayores impactos se dividen por una línea diagonal en la cual se marca en la parte superior en una escala del 1 al 10 la magnitud del impacto y en la parte inferior la importancia también en una escala del 0 al 10. Sumando por filas se obtiene el impacto producido sobre un determinado factor ambiental y sumando por columnas el impacto producido por cierta acción. La matriz de Leopold, tal como ha sido presentada, es un método que puede ser aplicado en

forma expeditiva, es de bajo costo y permite identificar los posibles impactos a partir de una visión del conjunto de las interacciones posibles. Además, estas matrices son de utilidad para la comunicación de los impactos detectados y su utilización requiere poco uso y dinero (Conesa, 2003)

Fig.19 Modelo de Matriz de Leopold

			Acciones impactantes									
			Construcción				Operación y mantenimiento					
Factores Ambientales			Acción1	Acción2	Acción n	Valor medio	Acción1	Acción 2	Acción j	Valor medio	Media total	
Sistema ambiental	Medio físico	Factor 1	I_{11}	I_{21}	I_{n1}	$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$					$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$	
		Factor 2	I_{12}	I_{22}	I_{n2}	$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$					$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$	
		Factor 3	I_{13}	I_{23}	I_{n3}	$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$					$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$	
		Factor ...	I_{1i}	I_{2i}	I_{ni}	$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$					$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$	
		Factor g	I_{1g}	I_{2g}	I_{ng}	$F_{gm} = \sum(I_{1g} \dots I_{ng}) / n$					$F_{gm} = \sum(I_{1g} \dots I_{ng}) / n$	
		Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{gm}) / g$	Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{gm}) / g$	
	Medio biológico	Factor 1				$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$					$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$	
		Factor 2				$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$					$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$	
		Factor 3				$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$					$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$	
		Factor ...				$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$					$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$	
		Factor h				$F_{hm} = \sum(I_{1h} \dots I_{nh}) / n$					$F_{hm} = \sum(I_{1h} \dots I_{nh}) / n$	
		Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{hm}) / h$	Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{hm}) / h$	
	Medio socioeconómico y cultural	Factor 1				$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$					$F_{1m} = \sum(I_{11} \dots I_{n1}) / n$	
		Factor 2				$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$					$F_{2m} = \sum(I_{12} \dots I_{n2}) / n$	
		Factor 3				$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$					$F_{3m} = \sum(I_{13} \dots I_{n3}) / n$	
		Factor ...				$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$					$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$	
		Factor i				$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$					$F_{im} = \sum(I_{1i} \dots I_{ni}) / n$	
		Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{im}) / i$	Importancia media				$\sum(F_{1m} \dots F_{im}) / i$	

Fuente: Conesa, 2003.

La matriz en si no es propiamente una metodología para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así la matriz de Leopold (fig.19) solo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control. En suma se trata de una matriz de causa y efecto que añade a su papel en la identificación de impactos la posibilidad de mostrar la estimación de su valor (Gómez D., 2003).

Una variante de la matriz de Leopold **es la matriz de grandes presas**. Esta matriz fue propuesta por el Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD). La matriz está construida cambiando las entradas por nuevas listas de acciones y factores. Cambia la forma de valoración, que pasa a semántica utilizando los símbolos que se disponen en la correspondiente casilla de la matriz:

1. Signo: **+**: beneficioso, **-**: perjudicial y **X**: previsible pero difícil de calificar sin estudios específicos.

2. Varían también los criterios de Importancia, Certidumbre, Duración, Plazo y consideración del proyecto (Gómez D., 2003).

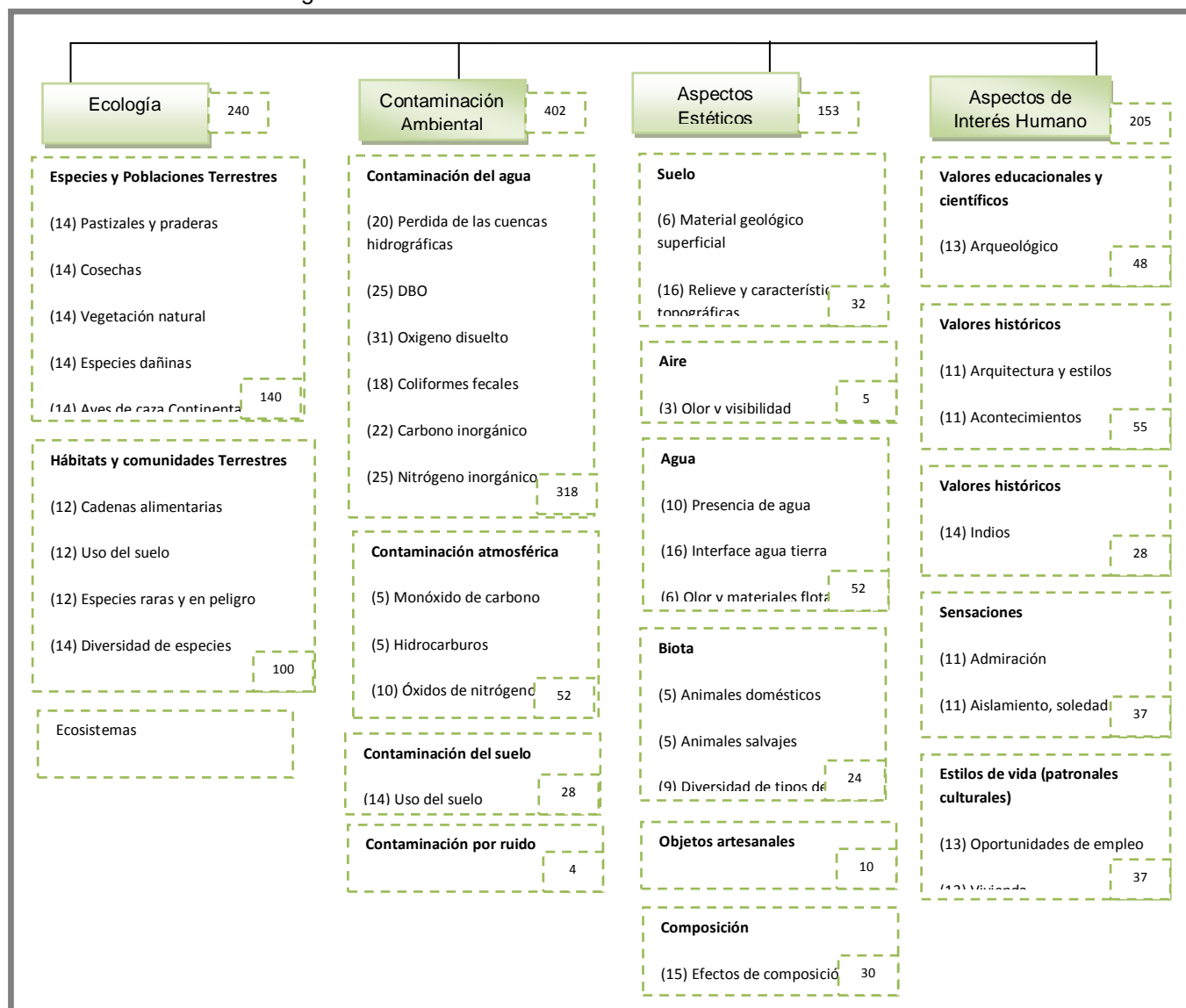
b) Método Batelle- Columbus: Proporciona un sistema de evaluar el impacto global de un proyecto mediante indicadores homogéneos. Con este método se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto posible.

Consiste en hacer una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales los cuales son ordenados primeramente según 18 componentes ambientales agrupados en cuatro categorías ambientales. Se forma entonces un diagrama tipo árbol que contiene los factores ambientales en cuatro niveles, en orden ascendente estos niveles corresponden a las categorías ambientales, componentes ambientales, parámetros ambientales y el cuarto nivel corresponde a las medidas ambientales. (Ver fig.20)

El nivel tres es el clave de este tipo de estudios ya que constituye al sistema de evaluación ambiental en los que cada parámetro representa un aspecto ambiental significativo debiendo considerarse especialmente. Luego mediante técnicas de transformación se realiza la ponderación de los impactos para obtener el impacto neto total. Con este valor se estima si el proyecto es viable ambientalmente o no. Son importantes en el momento de definir, en forma integral, la situación o la evolución ambiental.

En contrapartida, si se usa empleando individualmente, también, los indicadores que los constituyen pueden servir a enmascarar situaciones, máxime en aquellos casos que uno de los factores cuyo indicador se emplea, pueda producir efectos sinérgicos en otros indicadores. El seguimiento de un determinado índice puede enmascarar el cambio de la tendencia de un indicador el que por sí solo puede ser importante al momento de prever el futuro posible o probable, del sistema (Conesa, 2003).

Fig.20 Parámetros ambientales del Método Batelle-Columbus



Fuente: Conesa, 2003

Para realizar el método del instituto Batelle Columbus, deben desarrollar las siguientes etapas en las cuales se resume el proceso a seguir:

Etapas 1. Asignación de valores a los parámetros

Se procede al trabajo de campo para asignar valores a los parámetros/indicadores ambientales, en las situaciones con y sin proyecto. Para ello se usan las medidas y unidades correspondientes a cada indicador, v.gr: 7 mg/l de Oxígeno disuelto y 2 ppm de NO₂.

Etapas 2. Transformación de los indicadores de calidad ambiental

En esta etapa se realiza una transformación de los índices de calidad ambiental (CA) mediante el uso de funciones de transformación, cuyo valor se encuentra

en el rango de cero a uno (0-1). Se asigna el valor de cero (0) a la mala calidad ambiental y 1 para buena calidad ambiental; de esta manera todos los indicadores se encontrarán en unidades conmensurables, lo cual facilita la medición del cambio del indicador ayudando a tomar decisiones de manera más fácil y objetiva.

Las funciones de transformación fueron generadas en la metodología de Battelle mediante consulta a expertos, pudiéndose generar para proyectos particulares nuevas funciones o utilizar las que se encuentran desarrolladas para los diferentes indicadores (Conesa, 2003).

Etapas 3. Asignación de Unidades de Importancia a los factores

Cada componente o factor ambiental posee una función diferente en el sistema y un grado de importancia que hacen pertinente asignarles un valor. Para ponderar el impacto se distribuyen un total de 1000 (mil) puntos o Unidades de Importancia del Parámetro (UIP), entre los indicadores, a criterio del equipo que desarrolla la valoración del impacto; estas UIP reflejan la importancia relativa de cada factor.

Etapas 4. Cálculo de la Unidades de Impacto Ambiental

Los efectos ambientales se calculan como una suma ponderada de unidades conmensuradas llamadas unidades de impacto ambiental (UIA). Los pesos relativos de los aspectos ambientales individuales se expresan en unidades de importancia del parámetro (UIP).

El puntaje final de los efectos ambientales sobre cierta acción propuesta, se obtiene como la diferencia entre las dos fases para las condiciones ambientales futuras previstas, sin el proyecto propuesto y con el proyecto.

Para el cálculo de las Unidades de Impacto Ambiental se utiliza la ecuación 7.

$$(7) \quad \Delta(UIA) = \sum_{i=1}^m \left((CA_i) * UIP_i - \sum_{i=1}^m 2 (CA_i) * UIP_i \right)$$

Donde, UIA: Unidades de Impacto Ambiental,
(CAi)1: Unidades de calidad ambiental con proyecto,
(CAi)2: Unidades de calidad ambiental sin proyecto,
UIP: Unidades de Importancia del parámetro,
m: Número de parámetros ambientales.

c) Método Galletta: Utilizado para evaluar proyectos de autopistas y carreteras se basa en el método de transparencias de Mc Harg. Propone un modelo general de evaluación ambiental. Consiste en un programa computacional que calcula la calidad ambiental inicial del medio y la calidad con proyecto representando gráficamente los resultados. A partir de 14 factores ambientales que se ponderan de 0 a 100, se divide el territorio en cuadrículas homogéneas formando una malla y se valora en cada cuadrícula cada una de los factores con una puntuación de 1 a 5 obteniéndose la calidad del medio; posteriormente se calculan los impactos producidos por el proyecto y de esta forma se obtiene la calidad final con proyecto para cada cuadrícula los resultados se representan en mapas ambientales (Garmendia, A., Salvador A., Crespo C. & Garmendia L., 2006).

d) Análisis energético Mc Allister: Se valora en términos de coste-ganancia, el flujo de energía que produce cada alternativa del proyecto pues considera que la energía mide, mejor que el dinero, la cantidad de recursos utilizados (Garmendia A., Salvador A., Crespo C., & Garmendia L., 2006).

e) Guías Metodológicas del MOPU: El Ministerio de Obras Publicas de España, publico cuatro guías para tipos de proyectos específicos: presas, carreteras y vías férreas, reforestaciones y aeropuertos. En ellas se indican los pasos a seguir en una evaluación de impactos ambientales con listas de revisión, de acciones, factores e impactos. Ofrecen una valoración cualitativa (generalmente del tipo matricial) y cuantitativa (generalmente del tipo de Batelle), desarrollando una serie de medidas de minimización de impactos bastante completa. (Conesa, 2003)

4.3 Metodologías diseñadas para Identificar Valorar y Evaluar impactos

La evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, previsión, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos. La evaluación de los impactos debe realizarse en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente, permitan identificar las acciones y el medio a ser impactado, establecer las posibles alteraciones y valorar las mismas. Esta última etapa está encaminada a llegar a expresar los impactos en forma cuantitativa y, cuando ello no es posible, cualitativamente.

Dentro de las metodologías utilizadas para la evaluación ambiental se encuentran:

4.3.1 Metodología según Conesa (1997)

La manifestación del efecto de las actividades humanas sobre el ambiente debe ser caracterizada a través de la importancia del impacto. De acuerdo con Conesa (1997), la importancia del impacto se mide *“en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, Recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”*.

Conesa resume la metodología cualitativa en los siguientes pasos:

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes
2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados
3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.
4. Valoración Cuantitativa de las acciones y los factores ambientales haciendo uso del método del Instituto Battelle-Columbus.

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes

En esta fase se deben identificar las acciones susceptibles de producir impactos para las fases de construcción, operación y de ser necesario para la fase de abandono del proyecto. Para la identificación de las acciones, se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo los siguientes aspectos: acciones que modificación del uso del suelo por nuevas ocupaciones, la que generen emisiones de contaminantes a la atmosfera, agua o suelo, especies, flora, fauna, entorno social, económico, infraestructura y las acciones que se deriven del incumplimiento de la normativa ambiental vigente.

2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados

El ambiente que funciona como un sistema, para fines de facilitar el proceso de evaluación, debe ser dividido en subsistemas, componentes ambientales y finalmente en factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

El objetivo de esta fase consiste en identificar finalmente los factores ambientales con la finalidad de detectar los aspectos del ambiente sobre los

cuales pueden ocurrir cambios positivos o negativos ante las acciones del proyecto en sus diferentes fases. Para identificar los factores ambientales, Conesa (2003), sugiere un modelo de dos sistemas, cinco subsistemas y doce componentes ambientales, que facilitan el manejo de la metodología (Tabla 11).

Tabla 11. Componentes Ambientales en la metodología de valoración cualitativa

SISTEMA AMBIENTAL	SUBSISTEMA AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	ATMOSFERA
		SUELO
		AGUA
	MEDIO BIOTICO	FLORA
		FAUNA
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE
MEDIO SOCIO CULTURAL	MEDIO SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO
		CULTURA
		INFRAESTRUCTURA
		HUMANOS Y ESTETICO
	MEDIO ECONOMICO	ECONOMIA
		POBLACION

Fuente: Conesa, 2003

3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

Una vez que han sido identificados las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles de ser impactados, se procede al análisis de las interacciones medio-acción, que dará como resultado la identificación de los impactos. La valoración cualitativa se realiza a partir de una matriz de doble entrada. Cada casilla de cruce en la matriz ofrece una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental.

La importancia de cada impacto que se registra en cada cruce de la matriz es determinada de manera cualitativa a través de la ecuación 8.

$$(8) \quad I = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Para el cálculo de la importancia del impacto se utiliza la ecuación 8, se toman en consideración los atributos de los impactos planteados en la tabla 12. El signo corresponde al carácter del impacto, IN representa la intensidad, EX la extensión, MO el momento, PE la persistencia, RV la reversibilidad, SI, la

sinergia, AC la acumulación, EF el efecto, PR la periodicidad y RB la Recuperabilidad.

Tabla 12. Criterios de valoración de los Impactos en la metodología Conesa

Atributos	Valoración	Calificación
Naturaleza(Na): Define si la acción impactante del proyecto genera un efecto (+) o (-) en el componente ambiente afectado.	Negativo Positivo	- +
Intensidad (I): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.	Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12
Extensión Geográfica (Ex): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto	Puntual Parcial Extenso Total Crítica	1 2 4 8 +4
Momento (Mo): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	Largo plazo Medio plazo Inmediato Crítico	1 2 4 +4
Persistencia (Pe): Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
Reversibilidad (Rv): Se refiere a la probabilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, previas a la acción, por medios naturales, una vez q aquella deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
Recuperabilidad (Mc): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de la intervención humana (con medidas correctoras).	Recuperable de manera inmediata Recuperable a medio plazo Mitigable Irrecuperable	1 2 4 8
Sinergia (Si): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.	Sin sinergismo (simple) Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4
Acumulación (Ac): Se refiere a la idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple Acumulativo	1 4
Efecto (Ef): Se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto (secundario) Directo	1 4
Perioricidad (Pr): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo, o constante en el tiempo.	Irregular o aperiódico Periódico Continuo	1 2 4
IMPORTANCIA (I):	$I = +(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	

Fuente: Conesa, 2003.

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos (Tabla 13), los valores que se obtienen varían entre 13 y 100. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como Irrelevante ($0 \leq I < 25$), Moderado ($25 \leq I < 50$), Severo ($50 \leq I < 75$) o Crítico ($75 \leq I$).

Tabla13: Calificación de la importancia

Impacto	Valor (I)
Bajo/Irrelevante	$0 \leq I \leq 24$
Moderado	$25 \leq I < 50$
Severo	$50 \leq I < 75$
Crítico	$I \geq 75$

Fuente: Conesa, 2003

Las banderas rojas en esta metodología se refieren a la depuración de la matriz de importancia, de manera que se estimen únicamente los impactos significativos después de efectuada la calificación de la importancia con los valores asignados a los atributos. Una vez depurada la matriz, a los efectos restantes denominados normales, se les aplicará el procedimiento de cálculo establecido en el modelo valorativo. A la matriz obtenida como consecuencia del proceso anteriormente descrito se le denomina matriz depurada o matriz de cálculo.

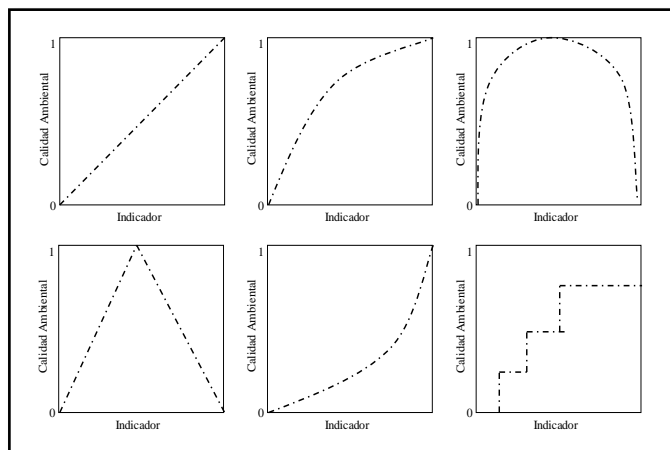
La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada una de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. (Conesa, 2003)

4. Valoración Cuantitativa de las acciones y los factores ambientales

Haciendo uso del método del Instituto Battelle-Columbus. Conesa parte de la matriz de importancia e inicia el proceso con la ponderación de parámetros para después realizar las funciones de transformación, finaliza el análisis cuantitativo agregando columnas a la matriz de importancia las cuales reflejan la predicción, la corrección y el impacto final. Utilizando variables. En la predicción de los impactos utiliza el método de los indicadores de impacto. Luego calcula la

magnitud del impacto en unidades conmensurables y en unidades inconmensurables haciendo uso del método Delphi para los impactos que no pueden ser medibles, para los que pueden ser medibles utiliza las funciones de transformación (Fig.21).

Fig.21 Formas básicas de las funciones de transformación



Fuente Conesa, (2003).

4.3.2 Metodología Gómez Orea. (Gómez D., 2003)

La metodología desarrollada por Gómez Orea, es una metodología bastante completa. Permite a través de un diagrama arborescente del sistema ambiental, realizar una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de los impactos ambientales logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas correctoras y con ellas.

La metodología está estructurada en ocho etapas que se exponen a continuación:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Diagrama de flujos. | 5. Caracterización de los efectos |
| 2. Identificación de impactos. | 6. Prevención de impactos |
| 3. El medio o entorno afectado. | 7. Programa de vigilancia ambiental |
| 4. Caracterización de los efectos. | 8. Comunicación de los impactos |

1. DIAGRAMA DE FLUJOS

Se estructura en cuatro bloques, que responden a los tres requerimientos básicos de toda evaluación: identificación, valoración, prevención y

comunicación de los impactos ambientales significativos El diagrama de flujos de la primera parte de la matriz de impactos (figura19), se compone de una serie de tareas simples que se van deduciendo unas de otras, constituyendo el esquema de la metodología.

2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS: La identificación de impactos pasa por: Conocer el proyecto y sus alternativas, conocer el medio en el que va a desarrollarse y establecer la relación entre ambos. (Gómez D., 2003)

3. EL MEDIO O ENTORNO AFECTADO: Los puntos a desarrollar en lo concerniente al entorno del proyecto, son: Información y diagnóstico del medio “sin” proyecto: inventario ambiental, identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impacto y relación proyecto-medio: identificación de impactos.

Tabla14. Criterios de valoración de los impactos según Gómez Orea

Criterios	Valoración	Calificación
Signo	Beneficioso	+
	Perjudicial	-
	Previsible pero difícil de calificar sin estudios de detalle	X
Intensidad (I)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (E)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso en todo el ámbito	3
Momento (M)	Inmediato	3
	Medio	2
	Largo plazo	1
Persistencia (P)	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad del efecto (R)	Imposible	4
	Largo plazo	3
	Medio plazo	2
	Corto plazo	1
Posibilidad de introducir medidas de mitigación	En proyecto	P
	En obra	O
	En operación	F
	No es posible	N

Fuente: Espinoza, 2001.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS: Los atributos descriptivos para caracterizar los efectos, son los presentados en la tabla 14. (Gómez D., 2003)

• **Calculo de la Importancia.** Para la caracterización de los efectos es necesario elaborar una matriz que contenga los atributos descriptivos anteriormente expuestos. Cada casilla se dividirá en ocho partes relativas a dichos atributos.

Calculo de la importancia del impacto (I) Mediante la ecuación (9):

$$(9) \quad \text{IMPORT: } \pm(3 I + 2E + M + P + R)$$

5. VALORACIÓN DE IMPACTOS: La valoración, dependiendo del contenido y alcance del estudio a realizar, admite tres niveles de aproximación, los cuales corresponden a otros tantos caminos alternativos en la metodología que se describe; a estos niveles cabe añadir otros de carácter intermedio.

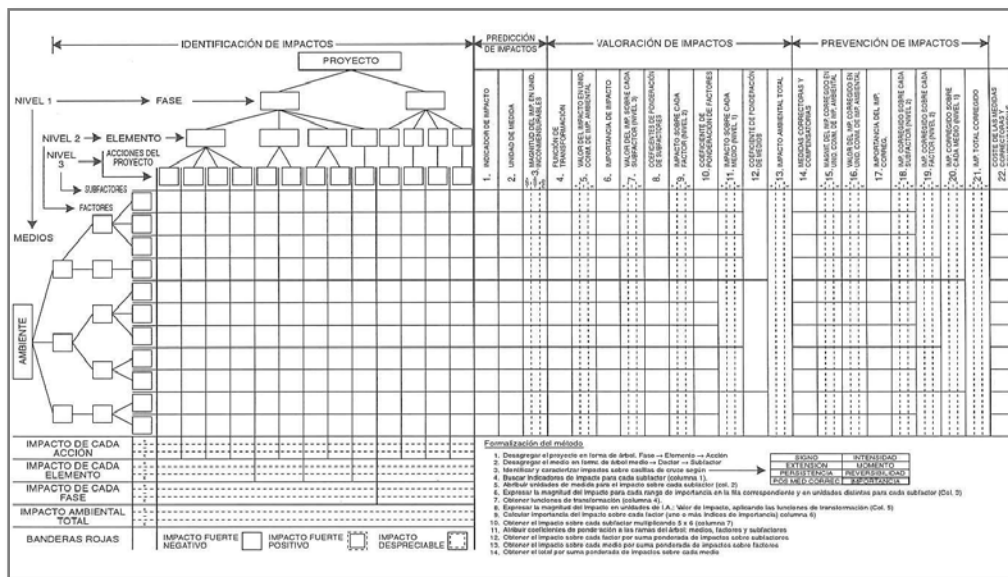
a) Simple enjuiciamiento: compatible, moderado, severo o crítico, o bien según otra terminología, siempre que sea significativa y de fácil comprensión por personas no expertas (Gómez D., 2003).

b) Valoración cualitativa de los impactos identificados mediante alguna escala de puntuación; esa puntuación puede ser simple, representando el impacto por un solo valor, o bien utilizar dos valores distintos: uno para el grado de incidencia y otro para la magnitud o cantidad y calidad del factor afectado. En ambos casos resulta problemática la agregación de los impactos sobre los distintos factores en un impacto total.

c) Valoración cuantitativa. A ésta se dedica el resto de la exposición. Pasa por tres fases bien marcadas: La valoración en unidades distintas, inconmensurables, para cada impacto, la transformación de esos valores a unidades homogéneas, comparables, de impacto ambiental, y la agregación de los impactos parciales para obtener un valor total.

Tanto las acciones del proyecto como los factores del medio se van desagregando a nivel de árbol hasta llegar a los elementos del tercer nivel. El proyecto se divide en fases, elementos y acciones. El ambiente en medios, factores y sub factores. Se construye la matriz que recoge los atributos de caracterización de los efectos.

Fig22. Matriz de Impacto Método Gómez Orea



Fuente: Gómez D., 1984

F. PREVENCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL: MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS: Es importante, evaluar el efecto de las propias medidas correctoras. Muchas de las medidas se convierten a su vez en elementos del proyecto que deben también ser evaluados. En ocasiones las medidas que corrigen un impacto introducen otro: por ejemplo, ciertas pantallas anti ruido son muy discordantes en el paisaje.

G. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL: El método de vigilancia sobre los aspectos que deben ser vigilados, pasa por dos fases: definición de indicadores y seguimiento de los mismos. La definición y observación de los indicadores permite conocer el grado de integración ambiental logrado del proyecto.

H. COMUNICACIÓN DE LOS IMPACTOS: DOCUMENTO DE SÍNTESIS: Un objetivo fundamental de toda EIA, es informar a la sociedad del coste ambiental de un proyecto. Dado el carácter amplio y complejo del estudio, resulta imprescindible elaborar documentos de síntesis capaces de transmitir de forma clara, concisa y fiable sus resultados al no especialista (Gómez D., 2003).

4.3.3 METODOLOGIA SEGÚN ARBOLEDA

También conocido por Método EPM fue desarrollado por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Publicas de Medellín en el año 1986, con el propósito de evaluar proyectos de aprovechamiento hidráulico de la empresa, pero posteriormente se utilizó para evaluar todo tipo de proyectos de EPM y ha sido utilizado por otros evaluadores para muchos tipos de proyectos con resultados favorables. Ha sido aprobado por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el BID (Arboleda J., 2008).

a) Los parámetros de evaluación. Cada impacto se debe evaluar con base en los siguientes parámetros o criterios (tabla15):

Tabla15: Criterios de valoración de los impactos según Arboleda (EMP).

Criterios	Valoración	Calificación
Clase C	Positivo (P) Negativo (N)	+ -
Presencia (P): Posibilidad de que el impacto pueda darse	Cierta (100%) Muy probable (70-100)% Probable (40-70)% Poco probable (40-20)% Muy poco probable <20%	1.0 0.7-0.99 0.4-0.69 0.20-0.39 0.01-0.19
Duración (D): Evalúa el periodo de existencia activa del impacto	Permanente (>10)años Larga (7-10)años Media (4-7)años Corta (1-4)años Muy corta (<1)año	1 0.7-0.99 0.4-0.69 0.2-0.39 0.01-0.19
Evolución (E): Califica la rapidez con que se presenta el impacto	Muy rápida (<1)mes Rápida (1-12)meses Media (12-18)meses Lenta (18-24)meses Muy lenta (>24)meses	1.0 0.7-0.99 0.4-0.69 0.2-0.39 0.01-0.19
Magnitud (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido	Muy alta (>80%) Alta (60-80)% Media (40.-60)% Baja (20-40)% Muy baja (<20)%	1.0 0.7-0.99 0.4-0.69 0.2-0.39 0.01-0.19

Fuente: Arboleda J., 2008.

Esta magnitud relativa se puede obtener de dos maneras:

1) Comparando la calidad del factor analizado en condiciones naturales (denominada **condición ambiental sin proyecto**) con la situación que se obtendría en el futuro para ese mismo factor con el proyecto en construcción o funcionamiento (denominada **condición ambiental con proyecto**); o también se puede obtener comparando el valor del factor ambiental afectado con respecto al valor de dicho factor en una determinada zona de influencia. Por ejemplo, se puede comparar el área cultivada o en bosques existentes en la zona de influencia o en el municipio donde se localiza el proyecto, con el área afectada o destruida, o se puede comparar la longitud de las corrientes de agua afectadas con la longitud total de los cauces en el área de captación del proyecto o en una zona determinada (Arboleda J., 2008).

2) Utilizando las funciones de calidad ambiental o de transformación (similares a las utilizadas por el método de Batelle), las cuales califican la calidad actual de los diferentes elementos ambientales y estiman su afectación por el proyecto. Muchas de estas funciones ya están elaboradas para diferentes elementos ambientales, pero es necesario determinarlas o calcularlas para otros, por lo que su aplicación es más difícil que el procedimiento anterior.

b) La calificación ambiental del impacto. La calificación ambiental (Ca) es la expresión de la acción conjugada de los criterios con los cuales se calificó el impacto ambiental y representa la gravedad o importancia de la afectación que este está causando.

El grupo que se encarga de las evaluaciones ambientales en EPM, por medio de un procedimiento analítico, desarrolló una ecuación para **la calificación ambiental** que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios anteriormente indicados, con el siguiente resultado (E. 10,11):

Donde:

$$(10) \text{ Ca} = \text{C} [\text{P} (\text{aEM} + \text{bD})]$$

Ca: es la Calificación ambiental

$$(11) \text{ Ca} = \text{C} [\text{P} (0.7\text{EM} + 0.3\text{D})]$$

a y b son constantes de ponderación

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de Ca será mayor que 1 y menor o igual a 10 (Arboleda J., 2008).

El valor numérico que arroja la ecuación 11 se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto asignándole unos rangos de calificación de acuerdo con los resultados numéricos obtenidos, de la siguiente manera (tabla 16):

Tabla16: Calificación de la importancia de los impactos

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (puntos)	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
$>2.5 \text{ y } \leq 5.0$	Moderadamente significativo o moderado
$> 5.0 \text{ y } \leq 7.5$	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

Fuente: Arboleda J., 2008.

Los resultados de la caracterización de los impactos son presentados en una matriz simple (Tabla17), en la que se introducen en la primera columna los impactos ambientales, en las siguientes columnas se introducen los atributos de los impactos, la matriz permite calcular el valor de la calidad ambiental y el impacto ambiental total.

Tabla17: Matriz de evaluación de impactos por el método de Arboleda

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	IMPACTO AMBIENTAL

Fuente: Arboleda J., 2008.

4.4 Evaluación de los métodos utilizados

Los métodos para la identificación y evaluación de impactos ambientales son numerosos. Por lo cual es difícil realizar una elección dejándose llevar por un método en específico. La mejor opción será tomar como base la experiencia de los expertos en el tema y elegir una combinación de métodos que se adecuen al proyecto de interés considerando todos los aspectos o características específicas del lugar de ejecución del proyecto de manera que se tome en cuenta también el análisis costo beneficio, la legislación existente, las exigencias administrativas, los recursos disponibles, la consulta ciudadana y la participación de los expertos y consultores.

En la tabla (tabla18) se presenta un cuadro resumen del análisis de las ventajas y desventajas de la utilización de las metodologías planteadas. Estas metodologías son la metodología de Vicente Conesa y la metodología de Gómez Orea. Se incluye la metodología de Arboleda y la metodología de Vicente

Conesa simplificada por tratarse de metodologías cualitativas. Este análisis será la base de la selección de la alternativa de metodología propuesta para la presente guía metodológica de evaluación del impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural.

Tabla18: Tabla comparativa algunas metodologías utilizadas para estudios de impacto ambiental

CARACTERISTICAS	Conesa	Gómez Orea	Arboleda
Permite incorporar impactos importantes, separándolos de los de menor relevancia y trascendencia	si	si	si
Adaptable a diferentes tipos de proyectos	si	si	si
Detección de relaciones causa-efecto	si	si	si
Centra la atención del evaluador en los puntos de interés más sobresalientes en cada caso	si	no	si
Permite la obtención de un índice global de impactos	si	si	si
Contempla los aspectos económicos	si	si	no
Permite realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa	si	si	no
Incluye valoración absoluta y relativa	si	no	no
Pondera efectos mediante asignación de pesos	si	si	no
Detecta relaciones de más de segundo orden	no	si	si
Clasifica los datos iniciales en función del tiempo	no	si	no
Emplea funciones subjetivas de valoración que disminuyen la ecuación matemática del modelo	si	si	si
Prevé aspectos de sinergismo por medio de una ley de composición interna	no	si	no
En la evaluación cualitativa contempla la valoración relativa en base a la importancia de los efectos que cada acción de la actividad produce sobre cada factor del medio. La metodología identifica las acciones más agresivas mediante la suma ponderada por columnas, y la identificación de los factores ambientales más impactados, mediante la suma ponderada por filas.	si	no	no
En la valoración cualitativa tiene en cuenta los efectos permanentes y calcula las importancias finales y totales, dando mayor trascendencia a la valoración cuantitativa.	si	no	no

Fuente: Elaboración propia basada en (Conesa 2003, Gómez Orea 2006, Arboleda 2008)

4.5 Metodología Propuesta

4.5.1 Descripción del Método para Identificar los impactos:

Para seleccionar la metodología adecuada se realizó una valoración comparativa de las metodologías más usuales, además, se tomarán en consideración los aspectos relacionados con la valoración de impactos: los criterios de valoración, índices ambientales, funciones de transformación y la magnitud del impacto que resulta de la evaluación de su importancia así como la facilidad de su aplicación y su economía.

4.5.2 Elección de la Metodología: Para la elaboración de la guía metodológica se propone la metodología de Vicente Conesa Simplificada, que se basa en una combinación de métodos para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá servir como una herramienta de instrucción oportuna y específica para los proyectistas. No se pretende normar ni reglamentar, muy por el contrario, este documento es un pequeño aporte que se podrá utilizar como herramienta técnica metodológica de apoyo al equipo multidisciplinario, para la identificación, evaluación y procesamiento de información ambiental de pequeñas plantas eólicas de hasta 15KW.

4.5.3 Las principales ventajas del método Conesa, residen en primer lugar a la consideración por separado de la magnitud (M) y de la importancia (I) de los efectos de cada acción impactante sobre cada factor impactado. El segundo de las ventajas del modelo establecidos por Conesa, es la adecuación de la información. Este modelo admite toda clase de información, no estando, por tanto, limitada. Además es fácil de aplicar y es más económico. Por otro lado el método identifica correctamente los impactos más agresivos y los factores más impactados del medio, por lo que es muy útil como técnica de identificación de impactos.

4.5.4 Características de la metodología propuesta: está basada en la metodología de Vicente Conesa, Simplificada para el análisis cualitativo de los impactos ambientales, sin considerar el último paso que se refiere al análisis cuantitativo. Se considera que para proyectos micro eólicos no se

necesita un estudio más a fondo debido a la sencillez de la construcción y al poco espacio utilizado por este tipo de sistemas.

4.5.5 El procedimiento para la evaluación ambiental se resume en los siguientes pasos:

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes
2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados
3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

1. Identificación de Acciones del proyecto potencialmente impactantes:

- **Listas de chequeo**

Se ha seleccionado el método de las listas de chequeo para identificar las acciones del proyecto potencialmente impactantes ya que se las considera uno de los métodos más útiles y de mayor sencillez para iniciar el proceso de EIA. Su aplicación a los diferentes proyectos supone que el equipo evaluador debe ordenar los enunciados considerando los subsistemas del sistema ambiental (físico, biótico, socio-económico y de interés humano), y dentro de cada uno de ellos establecer los recursos a ser impactados y, posteriormente, determinar los impactos ambientales principales.

Las listas permiten, al equipo evaluador, avanzar rápidamente en: la identificación de las acciones que pueden afectar al ambiente y a la población y tener efectos sobre la economía, la determinación de los componentes y factores ambientales que deben ser evaluados y los posibles impactos ambientales.

2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados

- **Matriz simple causa y efecto.**

La matriz simple de causa y efecto se utilizará para identificar los factores del medio potencialmente impactados además del ordenamiento de los impactos identificados, en los diferentes factores, ocasionados por las acciones del proyecto en todas sus etapas de desarrollo. Este procedimiento nos permitirá

visualizar y ordenar la información que será procesada después. La matriz de impactos es una matriz de doble entrada en una de las cuales se disponen los factores del medio potencialmente impactados y en la otra los componentes ambientales directamente afectados por causa de la ejecución del proyecto. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significancia habrá que averiguarse después.

3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

Se realizara una evaluación cualitativa haciendo uso de:

- **Criterios de valoración de impactos:** Respecto a la asignación de valores, se recomienda utilizar el Método Delphi: Unas cinco personas someten a discusión el valor que le deberá ser otorgado a los criterios de valoración para cada celda. Luego asignan independientemente puntajes y ellos son contrastados. Este trabajo corresponderá al equipo multidisciplinario o al grupo de consultores. Para el caso de esta guía metodológica, los números obtenidos representarán sólo una apreciación del autor.
- **Construcción de la Matriz de Importancia,** en la cual se enlistara en la primera columna las categorías ambientales: Ambiente físico, Ambiente biológico, Medio socioeconómico y el Ambiente de interés humano. Se distinguirán las acciones del proyecto susceptibles a producir impactos. Para cada una de las categorías de elementos ambientales, la matriz considera los recursos, las características y los efectos ambientales que pueden ocasionar las acciones. Cada casilla de cruce en la matriz nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.
- **Calculo de la importancia** del impacto mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida como de la caracterización del efecto que responde a su vez a una serie de atributos

del tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, Recuperabilidad, sinergia, acumulación y Perioricidad.

- **Estos atributos se relacionan** por medio de la ecuación en la matriz de importancia y son los criterios de valoración de impactos abordados anteriormente en el apartado 3.4.1 de este capítulo (E.12).

$$(12) \quad I = +(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

- **Magnitud total de la Importancia** Se llega a obtener valores numéricos totales que representan el grado de perturbación del medio ante las acciones de proyecto, lo que permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto sobre el medio ambiente.
- **Cuantificación de los impactos:** Será realizada por medio de la matriz depurada para sistemas mini eólicos. Partiendo de la matriz de importancia que presentan valores numéricos totales representativos de las alteraciones de los factores del medio susceptibles de ser impactados por las acciones del proyecto, tanto en fase de construcción, operación y desmantelamiento

PROCESO METODOLOGICO PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR IMPACTOS

Fig23. Proceso Metodológico para Identificar y Evaluar Impactos



Fuente: Elaboración propia

Finalizado el proceso de identificación y evaluación de impactos se inicia con la presentación de las medidas de mitigación (Fig20), compensación, seguimiento y control. Se considera para este acápite, la regulación administrativa del Marena.

4.5.6 Metodología para la Mitigación, Compensación, Seguimiento y control

Habiendo realizado el análisis de la línea de base, el pronóstico y la evaluación de impactos ambientales que son elementos importantes en la evaluación de impacto ambiental y que deben destacarse en el estudio de impacto ambiental se procederá a la realización de los planes de mitigación y o compensación, los análisis de riesgos y el programa de manejo ambiental. La metodología a seguir para su diseño es la orientada por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, tomando en consideración el tipo de proyecto y los impactos más significativos, incluyendo las diferentes etapas de la ejecución del proyecto y la persona encargada de ejecutar las acciones (Marena, 2013).

La metodología utilizada será la siguiente:

e) Se presentaran las Medidas de Mitigación. Desde la etapa de construcción, operación hasta la etapa de abandono. Utilizando un diseño y ejecución de actividades orientadas a reducir los impactos ambientales significativos. Con las medidas adecuadas se podrá: evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción, disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación, rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado y reducir o eliminar el impacto con operaciones de conservación y mantenimiento. (Marena, 2013)

En el estudio de impacto ambiental la reducción de los impactos negativos significativos se lograra mediante el análisis cuidadoso de las diferentes alternativas y opciones que se presentan a lo largo de la evaluación, a través de la modificación de partes de la alternativa seleccionada, y/o por medio de la recomposición de los elementos que resulten afectados.

f) Se diseñará el Plan de Riesgos considerando tanto los fenómenos naturales como los Antropicos. Los fenómenos serán considerados de acuerdo a los pronósticos que INETER brinde para el sitio de interés del proyecto. Se elaborara

el plan de riesgos definiendo claramente: el tipo de riesgo, las acciones a tomar y la persona responsable de tomar dicha acción. (Marena, 2013)

g) Se planteará el Plan de Monitoreo Ambiental. Incluyendo el *seguimiento* o conjunto de decisiones y actividades planificadas destinadas a velar por el cumplimiento de los acuerdos establecidos en la evaluación y proveer información específica sobre el estado de las variables ambientales y sociales en un territorio y su comportamiento en el tiempo. La *fiscalización* o conjunto de acciones de los organismos del Estado, en uso de sus facultades legales, tendientes a hacer cumplir la normativa ambiental y las condiciones ambientales de aprobación de una acción.

Las medidas previstas se incorporan en un programa (con objetivos, recursos, cronograma, responsables, instrumentos, etc.) que es incluido tanto en el análisis de impacto ambiental como en el pronunciamiento formal de la autoridad. El control continuo en el tiempo de vida de la acción es el mecanismo que permite verificar que efectivamente se cumpla con las políticas de protección ambiental. (Marena, 2013).

4.6 Conclusiones

Se ha presentado en este capítulo los métodos más usuales para la elaboración de los estudios de impacto ambiental. No todos los métodos son óptimos o los mejores ya que algunos de ellos se elaboraron para un proyecto en particular y no se pueden utilizar para otros proyectos dadas las características físicas y el desarrollo tecnológico y social de los países para los que fueron diseñados, tal es el caso de los métodos cartográficos ya que son una opción muy costosa y ameritan información que solamente podrá ser obtenida mediante programas desarrollados únicamente para tal fin.

Debido a que no existe un método que por sí solo pueda brindarnos un estudio adecuado y correcto del impacto ambiental se hace necesaria la combinación de uno o más métodos para poder obtener una metodología que se adecue a las características del proyecto a evaluar, se ha presentado la metodología

propuesta, tomando como base los estudios de impacto ambiental realizados por expertos en otros países y aplicados en proyectos eólicos.

La metodología propuesta en la presente guía metodológica podrá ser utilizada para documentar y evaluar los problemas ambientales ocasionados por pequeñas plantas eólicas de hasta 15 Kw. Una vez aplicada esta metodología se podrá valorar el estado de los elementos del sistema afectado por la ejecución del proyecto y se definirá si el proyecto es ambientalmente viable. Por otro lado se consideran las medidas compensatorias y de mitigación para garantizar el desarrollo sostenible así como los análisis de riesgos y el plan de monitoreo ambiental.



CAPITULO V

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS EOLICAS EJEMPLO PRÁCTICO

En este capítulo se propone un procedimiento metodológico para documentar y evaluar los impactos ocasionados por la utilización de pequeñas plantas eólicas de hasta 15Kw.

TRABAJO MONOGRAFICO

GUIA METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DEL
IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUEÑAS PLANTAS
EOLICAS DE APLICACIÓN RURAL DE HASTA 15 KW.

5.1 Introducción

En la misma medida que ha ido creciendo el número de habitantes en el planeta, se han incrementado los niveles de deterioro ambiental y con ellos, han disminuido los niveles de agua potable, la pérdida de diferentes especies vegetales y animales, la aparición de numerosas enfermedades incurables o en distintas fases, el deterioro del suelo, el cual es soporte donde se producen los alimentos necesarios para que la especie humana exista. El impacto del hombre sobre la superficie del planeta no solo es proporcional a la densidad de población, sino también a la energía que consume cada individuo. La mayor parte de la crisis tiene su fuente en la acción humana y puede resumirse en la reducción progresiva de la habitabilidad de la tierra en una disminución de su capacidad de producción del hombre y su insuficiente capacidad de manejar el consumo y su distribución de manera sustentable. De aquí la importancia de preservar el medio en el que vivimos y utilizarlo racionalmente para conservar todo lo que ofrece al hombre por mucho más tiempo.

El estudio de impacto ambiental consiste en un sistema complejo de análisis técnico científico, sistemáticos interrelacionados entre sí cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los impactos significativos que pueden producir una o un conjunto de acciones de origen antropico sobre el medio ambiente físico, biológico y humano, (Conesa, 2003). La información entregada por el estudio de impacto debe llevar conclusiones sobre los impactos que pueden producir sobre su entorno la instalación y desarrollo de un proyecto con el fin de establecer las medidas para mitigarlos y seguirlos y en general proponer toda una reducción o eliminación de su nivel de significancia.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del medio ambiente futuro modificado (proyecto ejecutado), y la situación del medio ambiente futuro tal y como este habría evolucionado sin la realización del mismo, lo cual se conoce como alteración neta, (Conesa, 1993). El proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad dados producen por su ejecución, es conocido

como Evaluación de Impacto Ambiental (EA); dicho análisis permite su aceptación, modificaciones necesarias o rechazo por parte de las entidades que tengan a su cargo la aprobación del mismo. En nuestro país las energías renovables cada día van obteniendo mayor auge; con el desarrollo de la tecnología eólica, se ha iniciado un ciclo de generación eléctrica limpia ambientalmente, los beneficios aportados por la generación de energía eólica consisten en la reducción de las emisiones habituales procedentes de la combustión de carburantes fósiles, en la producción de energía eléctrica: dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), y dióxido de azufre (SO_2). Todos los proyectos de energía eólica que se han instalado en nuestro país, han realizado estudios de impacto ambiental los cuales han sido aprobados por Marena. (Amayo, Eolo Wind Power, Blue Energy)

5.2 Estructura de un estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es el documento técnico que debe presentar todos los elementos necesarios a fin de identificar, predecir, evaluar y mitigar los impactos que un determinado proyecto genere sobre el medio ambiente. En nuestro país los documentos de impacto ambiental poseen la estructura establecida en los términos de referencia que extiende el Marena, tanto para proyectos que ameritan Estudios de Impacto Ambiental como para proyectos que requieren Valoración Ambiental. Para dar a conocer su contenido, se propone esta guía metodológica como ayuda al proyectista para gestionar los permisos ambientales.

Procedimiento para elaborar un estudio de impacto

Paso1: Marco institucional y legal en el cual se inscribe el proyecto

Paso2: Descripción del Proyecto

Paso3: Límites del área de influencia

Paso4: Descripción del área de influencia del proyecto “Línea Base Ambiental”

Paso5: Identificación, predicción, y valoración de los impactos ambientales

Paso6: Pronóstico de la calidad ambiental

Paso7: Medidas ambientales

Paso8: Análisis de riesgos

Paso9: Programa de gestión ambiental

Paso10: Conclusiones

Paso11: Bibliografía

Paso12: Anexos

Paso13: Nombre, firma y calificación de todos los miembros del equipo multidisciplinario.

5.3 Guía Metodológica para elaborar un estudio de Impacto ambiental

Paso1: *El marco institucional y legal en el cual se inscribe el proyecto*

Se refiere a la definición de las políticas nacionales y municipales en las cuales se enmarca el proyecto, leyes ambientales, normas técnicas, laborales, municipales, normas de calidad y ambientales. En el caso de que no exista legislación nacional se tomara como guía la legislación internacional. En el capítulo anterior se abordó lo relacionado a la legislación aplicable a proyectos de electrificación rural utilizando energías renovables.

Paso2: *Descripción del proyecto*

Dentro de sus aspectos fundamentales podemos mencionar la justificación económica y social del proyecto, objetivos sociales, magnitud en términos económicos, monto de la inversión, peso del proyecto en la economía nacional, etc. Por otro lado también se debe incluir en este punto la descripción de la tecnología utilizada, del sistema constructivo y los principales componentes de las etapas constructivas, la integración del proyecto con el entorno (cuando se sitúa en zonas con alto valor paisajístico), el manejo de desechos, aguas pluviales, sustancias tóxicas, la rehabilitación de áreas afectadas y el plan de acción y presupuesto para reparación de daños ocasionados.

Paso3: *Limites del área de influencia del proyecto*

El proyecto de construcción de energía eléctrica, consiste en la construcción de sistemas mini eólicos de hasta 15Kw para autoconsumo en áreas rurales en donde la red nacional no tiene cobertura. En Nicaragua los sitios rurales, alejados y desprovistos de energía eléctrica convencional se localizan en la región central, norte y en las regiones atlántico norte y atlántico sur.

La localización del sitio del proyecto eólico es muy importante para conocer las condiciones del medio ambiente y para realizar el inventario ambiental. La

descripción de la localización del proyecto debe llevar la siguiente información: El nombre del departamento, el municipio, el nombre del poblado a afectar, así como la distancia en Km y en tiempo, desde la municipalidad más cercana hasta el sitio del proyecto, su posición geográfica con respecto a latitud, longitud, los límites municipales, mapa topográfico para su descripción en escala 1:10,000, señalando las vías de acceso al proyecto y de los caminos aptos para llegar al sitio, áreas agrícolas cultivadas o reservadas cercanas al proyecto, áreas naturales protegidas (identificadas por Marena en la lista oficial actualizada a nivel nacional), ríos, lagos, reservorios, pantanos.

Se realiza también la localización del sitio utilizando planos cartográficos con las siguientes escalas: en escala regional (1:1000 000; 1:2000,000); escala territorial (1:50,000; 1:25,000), escala local (1:1000, 1:500) los cuales estarán referidos a coordenadas UTM según los términos de referencia del Marena. Los planos cartográficos deberán llevar tablas, diagramas o gráficos explicativos en los que se define claramente el poblado a impactar con el proyecto, en este caso se refiere al nombre de la comunidad, su localización con respecto a la municipalidad, su altura con respecto al nivel del mar, sus límites vecinales, la distancia con respecto a la carretera más cercana, las coordenadas geodésicas, mapa topográfico. Es importante realizar una demarcación geográfica precisa y nítida y el mapa base para el proyecto de campo deberá presentar una toponimia que cubra el 90% del área de interés.

Paso4: Descripción del área de influencia del proyecto (Línea Base Ambiental)

El estudio ambiental de línea base, es un diagnóstico de la situación vital del área de influencia del proyecto, proporciona un panorama del estado de los ecosistemas en función de sus recursos físicos, bióticos y socioeconómicos “antes de ejecutar el proyecto”, estudio que debe desarrollarse al inicio de un proceso del EIA.

La situación ambiental del área donde se ejecutara el proyecto, es importante conocerla, una vez que se hace la selección del sitio, se debe considerar,

además de las ventajas del mejor aprovechamiento eólico, las características que corresponden a la parte ambiental del sitio de acuerdo a la región natural en la que se encuentre la comunidad o finca a beneficiar, sus características geológicas, climatológicas y ecológicas.

No obstante también es necesario conocer los planes de desarrollo de las municipalidades de nuestro país ya que por medio de estos se puede obtener información concerniente a las características fisiográficas, climatológicas, topográficas, geomorfológicas, biológicas y culturales de cada municipalidad respectiva al sitio de interés para ser utilizados en los proyectos de pequeños sistemas eólicos de aplicación rural. Las interacciones entre estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales por el efecto que promueve una gran variedad de hábitats y de formas de vida.

a) Ambiente físico

- Fisiografía
- Climatología y ecología
- Calidad del Aire:
- Geología y geomorfología
- Suelos:
- Recursos hídricos

b) Ambiente Biológico

- Vegetación
- Fauna

c) Medio socioeconómico

- Social
- Económico
- Cultural

d) Ambiente de Interés Humano

- *Recursos arqueológicos*

- *Recursos históricos*
- *Recursos arquitectónicos.*
- *Recursos científicos educativos*
- Paisaje

Paso5: Identificación, predicción y valoración de impactos

Para la identificación de los impactos es necesario conocer las principales actividades que se ejecutaran durante las diferentes fases del proyecto eólico, (Fase de Construcción, Operación y Desmantelamiento), para hacer una comparativa con los diferentes factores a afectar (Suelo, aire, agua, fauna, vegetación, medio socioeconómico, ambiente de interés humano, etc.). Este proceso se inicia con la descripción del área de influencia del proyecto, seguidamente se elabora una lista de chequeo para la identificación de las acciones impactantes, después se construye la matriz simple de causa y efecto para identificar los factores impactados, seguidamente se construye una matriz de importancia en la cual se consideran los criterios de valoración de impactos para finalizar este análisis con una matriz cuantitativa de impactos.

Paso6: Pronóstico de la calidad ambiental de Línea Base.

a) Medio Físico

- Agua
- Aire
- Ruido

b) Medio Biológico

- Flora
- Fauna

c) Medio Socio económico

d) Ambiente de Interés Humano

Paso7: Medidas ambientales

Se presentaran las medidas de mitigación dirigidas a moderar, atenuar o disminuir los impactos negativos que el proyecto pueda generar sobre el entorno humano natural. Se presentaran en forma de propuestas concretas y/o acciones para ser ejecutadas en las diferentes etapas del proyecto desde la construcción, operación hasta el abandono. La descripción de las medidas propuestas será realizada mencionando los elementos necesarios para su ejecución indicando los alcances, fase de ejecución ubicación espacial y responsable de ejecutar estas medidas.

Es importante que las medidas de mitigación/compensación constituyan un elemento técnico de alta calidad y detalle en los estudios de impacto ambiental y no sean sólo un mero catálogo de buenas intenciones. Su correcta utilización es lo que le da sentido al instrumento y apoya de manera eficiente a la toma de decisiones (Espinoza, 2002).

Paso8: Análisis de riesgos

Los análisis de riesgos tratan de estudiar, evaluar, medir y prevenir los fallos y las averías de los sistemas técnicos y de los procedimientos operativos que puedan iniciar y desencadenar sucesos no deseados como los accidentes que afectan a las personas, los bienes y el medio ambiente. Los accidentes por su naturaleza son inesperados y difíciles de predecir. Sin embargo, la supervisión sistemática del proyecto y las experiencias previas permiten estimarlos con relativa precisión.

Para las evaluaciones de riesgos se estudia la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos tanto de origen natural como Antropicos o sea los ocasionados por la acción humana. Se debe tomar en consideración la documentación brindada por Ineter respecto a las ocurrencias de desastres naturales en el país, mapas de micro localización, historia sísmica del sitio, estudios de suelos, etc. Esta documentación será necesaria para asignarle un valor a cada fenómeno o riesgo que podrá ser bajo, medio o alto. De aquí se elabora una tabla de riesgos que tendrá en consideración el tipo de amenaza o riesgo, descripción de las acciones o medidas a seguir en caso de ocurrencia del fenómeno o riesgo y la persona o institución responsable de ejecutar la acción.

Paso9: Programa de gestión ambiental

El programa de gestión ambiental será elaborado por un grupo de acciones ambientales organizadas dentro de cada uno de los planteles que lo componen, el plan de contingencias, el programa de monitoreo y el plan de supervisión ambiental. Este conjunto de planes serán ejecutados dentro de cada una de las etapas del proyecto ante cualquiera de las situaciones previstas en la evaluación de impactos ambientales y en el análisis de riesgos. (Fiallos & Asociados, 2011)

Paso10: Conclusiones

En este paso se elabora un resumen técnico justificando la viabilidad del proyecto en base al estudio de los impactos realizado durante cada una de las etapas del proyecto previos a su ejecución. Se define la forma en que se reducen o mitigan los impactos con las medidas ambientales propuestas especificando los impactos de mayor trascendencia para el proyecto.

Paso11: Bibliografía

Se detalla la bibliografía utilizada en orden alfabético utilizando las normas APA.

Paso12: Anexos

Se incluirá toda la información que el equipo multidisciplinario considere que sea necesario para soportar o sustentar cualquier ítem desarrollado dentro del EIA.

Paso13: Nombre, firma y calificación de todos los miembros del equipo multidisciplinario.

Se incluirá la siguiente información por parte de los miembros del equipo que participó en la formulación del Estudio de Impacto Ambiental:

- Nombres y apellidos
- Dirección oficina
- Teléfonos y fax
- Profesión
- Información sobre los temas abordados por los consultores en el estudio
- No. de Registro de Consultores:
- No. de Cédula.
- Firma de los consultores
- Firma del proponente

5.4 Metodología para la identificación y evaluación del impacto ambiental

La metodología a utilizar en la evaluación de impacto ambiental deberá analizar por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra parte una serie de acciones tecnológicas del hombre de manera que viendo las interacciones que se producen entre ambos, se obtendrá una idea real del comportamiento de todo el sistema. La metodología utilizada para realizar el estudio de impacto ambiental será desarrollada de la siguiente forma:

La Metodología para identificar los impactos será la de Conesa simplificada:

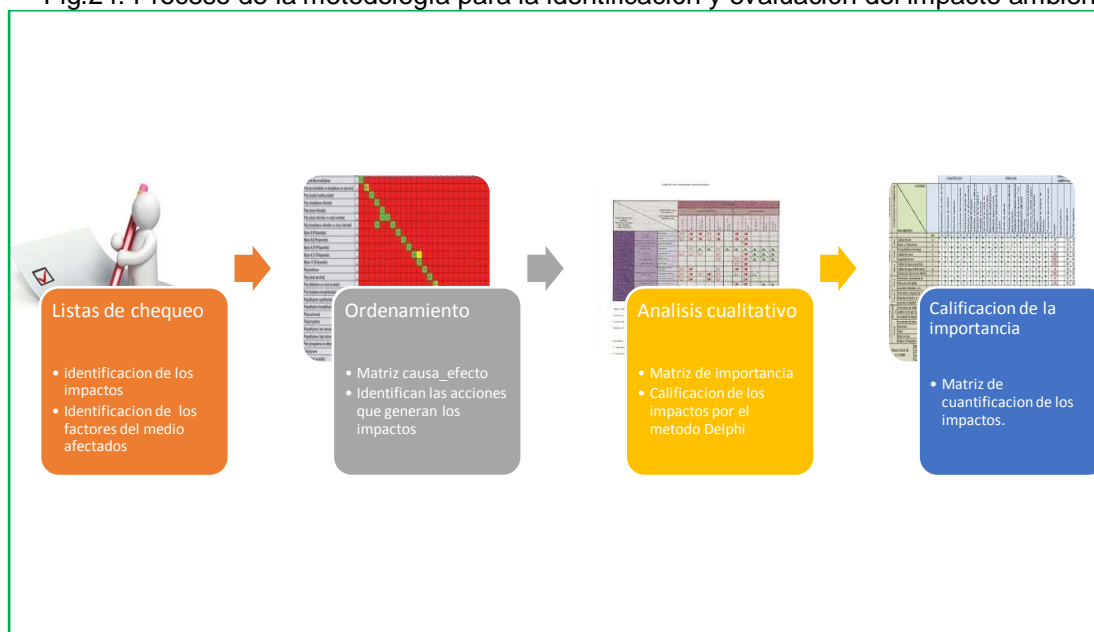
a) Determinar las acciones impactantes por medio de listas de chequeo

b) Determinar los factores impactados por medio de una Matriz simple

c) Identificación de las acciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y las acciones del medio utilizando la matriz de importancia. La asignación de los atributos de los criterios de valoración será realizada por el método Delphi.

Se determinará calificación de la importancia por medio de la categorización de la importancia y se planteará en la matriz de Leopold modificada para proyectos mini eólicos.

Fig.24: Proceso de la metodología para la identificación y evaluación del impacto ambiental



Fuente: Elaboración propia. (Basada en Conesa, 2003)

5.5 Medidas correctoras y Plan de manejo ambiental

5.5.1 Medidas correctoras

Las medidas correctoras o medidas de mitigación, se deben llevar de la mano con la ejecución del proyecto en las diferentes etapas del mismo. Para prevenir el impacto ambiental deben considerarse las modificaciones necesarias de localización, tecnología, diseño, tamaño, materiales, etc. Para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Viabilidad Técnica: Las medidas que se adopten deben estar técnicamente contrastadas y ser coherentes con la construcción del proyecto, el proceso productivo, los productos finales, la organización, el control de calidad, requerimientos de superficie, condiciones de funcionamiento, necesidades de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, etc.

Eficacia y eficiencia ambiental: Las medidas deben ser eficaces y eficientes. La eficacia evalúa la capacidad de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden, incluye el impacto residual y el impacto de la propia medida; la eficiencia se refiere a la relación entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

Viabilidad económica financiera del proyecto: Las medidas deben ser viables en las condiciones económico financieras del proyecto; la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y sus posibilidades presupuestarias del promotor.

Factibilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control: En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar.

5.6 Análisis de Riesgos

En relación a los riesgos ambientales y a su ocurrencia durante las fases de construcción y operación del proyecto, estos pueden provenir de dos fuentes:

1. Fuentes Naturales:

- Amenaza sísmica
- Riesgo volcánico
- Tsunami
- Inundaciones, deslizamientos, sequías
- Huracanes

2. Fuentes Antropicas: que son originadas por el hombre o por las acciones de este. Las emergencias identificadas para la generación del plan de contingencia son:

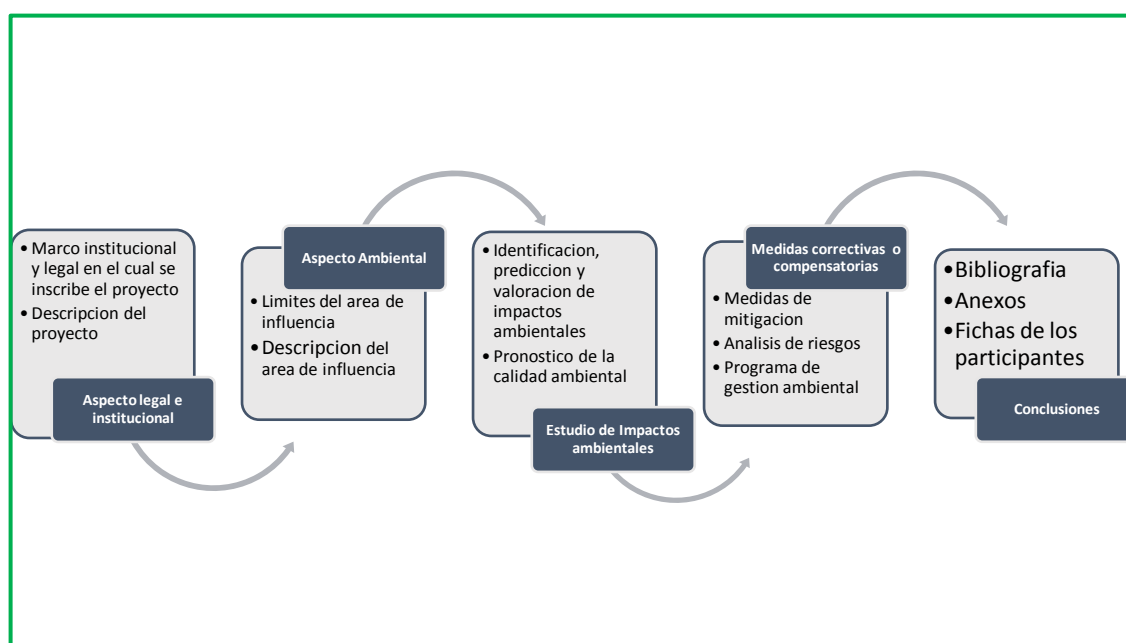
- Incendios
- Accidentes de Transito
- Accidentes laborales
- Derrame de combustibles
- Eventos naturales

Para el proyecto micro eólico se deberán tomar en consideración todos estos riesgos a fin de evitar posibles daños provocados por este tipo de amenazas a fin de atenuar sus efectos. Los datos que nos brinda INETER respecto a los sitios de mayor riesgo sísmico se basan en el mapa de las fallas tectónicas de nuestro país. Es necesario tomar en consideración el riesgo volcánico, y de igual forma INETER nos brinda estadísticas de ocurrencias de las diferentes erupciones volcánicas o de las actividades telúricas que han acontecido en los últimos años en nuestro país. De igual importancia es la consideración de las inundaciones ya sea producto de los drenajes naturales o de la crecida de ríos y lagos o cauces naturales que existen en la topografía del área destinada al proyecto. De forma conexa complementa este plan el reglamento interno de salud y seguridad de la empresa contratista que estará a cargo de la construcción del proyecto.

5.7 Programa de manejo ambiental

El propósito del plan de manejo ambiental es el de monitorear y dar seguimiento a las acciones de mitigación, corrección y compensación de los impactos que el proyecto ocasiona sobre la naturaleza, cumpliendo de esta forma con las normas establecidas por el MARENA en lo referente a la protección y conservación de medio ambiente para un desarrollo sostenible. Este plan de seguimiento pretende minimizar los efectos ambientales asociados con el micro central eólico en tierras agrícolas, ganaderas, en correlación con sus habitantes naturales, flora, fauna, medio humano, promoviendo la seguridad y la protección de la integridad física y psicológica de las personas asociadas a estas actividades.

Fig.25: Diagrama Resumen del Proceso de los estudios de impacto ambiental



Fuente: Elaboración propia. (Basada en datos Marena)

5.8 EJEMPLO PRÁCTICO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION

(FEC)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DE UNA PEQUEÑA CENTRAL EOLICA DE 1KW. AISLADA DE LA RED.

LOCALIZADA EN UNA FINCA DEL MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI, NICARAGUA.



(ESTE DOCUMENTO ES UNICAMENTE A MANERA DE EJEMPLO PARA ELABORACION DE LA GUIA METODOLOGICA)

PASO1. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL

El marco legal para el presente estudio de impacto ambiental del proyecto de instalación de un sistema micro eólico rural aislado de la red está constituido por las diferentes leyes, decretos, resoluciones de ley presentados en la tabla19.

Tabla19. Resumen de la normativa aplicable a proyectos que utilicen sistemas eólicos para la generación de energía eléctrica.

Aspecto social y Ambiental	Legislación	Aspecto Energético	Legislación
La constitución Política de la Republica		Ley de la Industria Eléctrica	Ley 272
El sistema de evaluación ambiental	Decreto 45-94	Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables	Ley 532
La Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales	Ley 217	Política Específica para apoyar el Desarrollo de los recursos eólicos e hidroeléctricos a filo de agua	Acuerdo Presidencial 279-2002
Sistema de Evaluación Ambiental	Decreto 76-2006	Política de Electrificación Rural	Decreto 61-2005
Procedimientos Complementarios del Sistema de Evaluación Ambiental	Resolución Ministerial 012-2008		
Ley de los Municipios	Ley 261		

Fuente: Elaboración propia.

El presente proyecto micro eólico se enmarca en la Ley General del medio ambiente y los recursos naturales (Ley 217) y en el sistema de evaluación ambiental (Decreto 76-2006). De acuerdo al Decreto 76-2006, el Proyecto se clasifica en la categoría III, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se considera como de Moderado Impacto Ambiental Potencial. Aunque pueden generar efectos acumulativos por lo cual el Proyecto de instalación de un sistema micro eólico, será manejado por la Delegación Territorial del Marena.

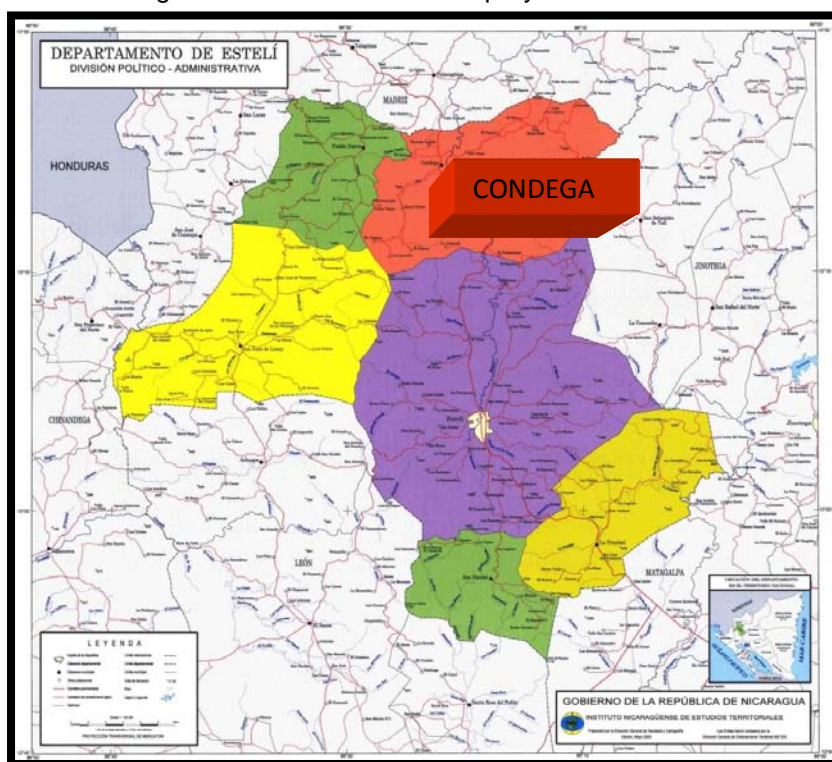
PASO2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1. MACROLOCALIZACIÓN

El Sistema Micro eólico de 1Kw se proyecta construir en una finca rural del municipio de Condega, cabecera del municipio de su mismo nombre, cuyo territorio se encuentra bajo la responsabilidad política-administrativa del Departamento de Estelí, y está localizado entre las coordenadas 13° 21' latitud

norte y 86° 23' longitud Oeste, a 185 Km de la ciudad de Managua. (Ver macro localización en la figura 26. El municipio de Condega limita al Norte con Palacagüina y Telpaneca, al Sur con Estelí, al Este con San Sebastián de Yalí y al oeste con San Juan de Limay y Pueblo Nuevo.

Fig.26 Macro localización del proyecto micro eólico



Fuente: Ineter

2. MICROLOCALIZACIÓN

En general el área de estudio posee una topografía bastante irregular, con pendientes fuertes definidas en dirección Oeste-Este en dirección hacia la carretera hacia el río Estelí debido a que estas condiciones se ha seleccionado un predio del sector de Valle de Jesús, ubicado en la zona noreste de la localidad de Condega, en la margen norte del camino que conduce a Yalí. En la fig.27 se muestra la micro localización del predio de Valle de Jesús. Las Coordenadas UTM son 566403.02 y 1478848. El sitio propuesto se localiza en la Finca Los Martínez. (Ver plano topográfico de la finca).

Los límites del área del proyecto donde se ubicará el Aerogenerador son:

- Al norte Poza El Lagarto.

- Al sur, asentamiento de viviendas conocido como Barrio de Jesús.
- Al este, asentamiento de viviendas conocido como Barrio de Jesús.
- Al oeste, Propiedad del señor Carlos Rivas.

Fig.27 Micro Localización del proyecto micro eólico



Fuente: Ineter, Alcaldía Condega, Estelí.

3. JUSTIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de un sistema micro eólico para abastecimiento propio, en la finca Los Martínez del Municipio de Condega, departamento de Estelí. El sistema eólico será de 1Kw de potencia marca Bergey XL1. La torre será de tipo celosía, con cimientos de concreto de 2m² y tendrá una altura de 20mts. (Ver anexo III)

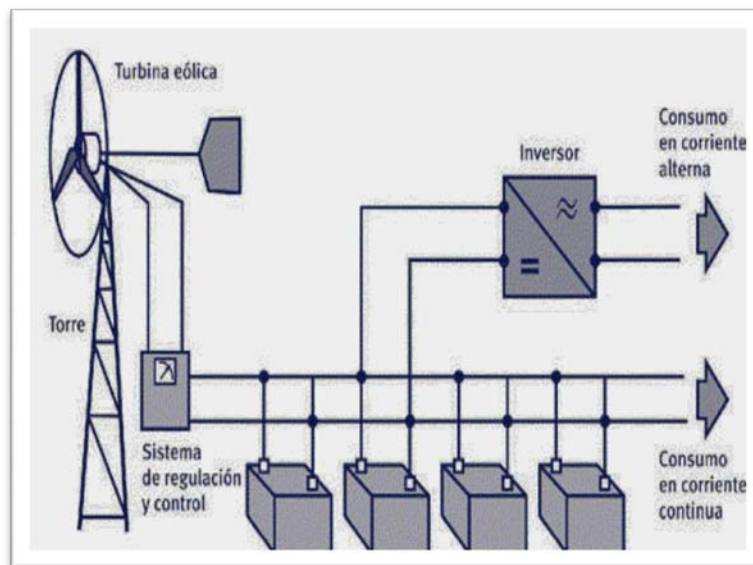
En esta zona del municipio de Condega no existe red eléctrica. El propietario ha optado a la utilización de este tipo de construcción para desarrollar su actividad económica que es la ganadería además de cubrir su consumo domiciliar. Haciendo uso de la energía del viento que es una energía limpia. Con el aprovechamiento del sistema micro eólico para generación de energía eléctrica contribuirá al ahorro de emisiones de CO₂ en su municipio.

El proyecto micro eólico generara empleo a un total de 6 personas las que estarán repartidas en las diferentes actividades que se generaran en la finca una vez finalizada su instalación previendo la contratación de mano de obra local. De estas personas contratadas 2 recibirán capacitaciones para garantizar el uso adecuado y el mantenimiento del equipo micro eólico utilizando procedimientos seguros para ellos y para la comunidad.

4. DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA

El sistema micro eólico utiliza la potencia del viento para convertirla en potencia eléctrica. El aerogenerador está compuesto de la torre, la góndola y el rotor. La góndola contiene los componentes claves del aerogenerador, incluyendo el eje, y el generador eléctrico. En el extremo de la góndola se encuentra el rotor del aerogenerador, es decir, las aspas y el buje. El personal de servicio puede llegar a la góndola desde la torre de la turbina. (Fig.28)

Fig.28 Partes del Sistema micro eólico



Fuente: Moreno, 2006

Las palas del aerogenerador tendrán una medida dada por el fabricante de 2.5mts de diámetro. La medida desde el buje hasta la cola es de 2.1mts. La góndola no tiene caja multiplicadora por tanto el alternador esta acoplado directamente al buje utilizando el mismo eje. La cola sirve para orientar al aerogenerador y para frenarlo en caso de vientos turbulentos. (Velocidades de 25m/s o mayores)

El alternador o generador eléctrico es capaz de trabajar en velocidades de viento desde 3m/s obteniendo su potencia nominal en los 13m/s. A esta velocidad se podrá obtener 1000 watts de potencia.

Las baterías utilizadas para almacenar la energía generada por el aerogenerador serán de 2 baterías de 12 voltios libres de mantenimiento del tipo PC-100.

El Inversor dispone de protecciones internas y desconexión en caso de falta de suministro eléctrico el equipo se desconecta manualmente. Sera del tipo RCR Energy de 1Kw.

La instalación Eléctrica será construida utilizando cables soterrados desde la torre hasta el sitio destinado para el panel principal el cual estará equipado con una cuchilla principal para facilitar la desconexión del sistema en caso de fallos o emergencias.

5. MONTO DE LA INVERSION

El monto de la inversión será el suministrado por el proveedor de la tecnología, en este proyecto micro eólico se ha elaborado la siguiente tabla para presentar el presupuesto, en el que se incluye todos los costos del proyecto (tabla20). Los costos del equipo micro eólico están dados por el fabricante incluyendo los gastos de introducción al país. **(Ver anexo IV)**

Tabla20: Monto de inversión del sistema micro eólico

Ítem	Descripción	Costo
1	Costo del sistema micro eólico	4,595.00
2	Costo de la torre	800.00
3	Mano de obra civil	500.00
4	Instalación de torre	500.00
5	Materiales eléctricos y otros equipos	600.00
6	Instalación y puesta en marcha del sistema micro eólico	500.00
7	Servicios de consultoría para el EIA	500.00
8	Instalación del sistema eléctrico domiciliar	300.00
9	Pago de Permisos	100.00
10	Transporte de materiales	300.00
11	Gasto Total	8,695.00

Fuente: Elaboración propia

6. ETAPAS DEL PROYECTO MICRO EOLICO

El proyecto micro eólico se instalara en un tiempo no mayor de 1 mes. Para su ejecución se plantearan las acciones correspondientes a las siguientes etapas descritas en la tabla21.

Tabla21: Etapas del proyecto micro eólico

Etapas	CONSTRUCCION	OPERACION	DESMANTELAMIENTO
Actividades	Preparación y limpieza del terreno	Operación del sistema micro eólico	Abandono y retiro del sistema micro eólico
	Circulación de vehículos y transporte de materiales	Mantenimiento del aerogenerador	Desmantelamiento de la torre y sistema micro eólico
	Construcción de vías de acceso	Generación y disposición de residuos	Generación y disposición de residuos
	Excavaciones, zanjos y vías de acceso		
	Fundaciones, cimentaciones e instalación de la torre		
	Instalación del sistema eléctrico y aerogenerador		
	Instalaciones eléctricas soterradas y domiciliar		
	Generación y disposición de residuos		

Fuente: Elaboración propia

Tiempos de Establecidos: La etapa de construcción se prevé ejecutarse en un tiempo no mayor a 1 mes. La etapa de operación será la de vida útil del equipo que corresponde según datos del fabricante a 20 años. La Etapa de Desmantelamiento: Esta etapa finaliza cuando la vida útil del sistema micro aerogenerador termina en la actualidad estos equipos están diseñados para una vida útil de 20 años (Bergey Wind Turbine, 1Kw).

PASO3. LIMITES DEL AREA DE INFLUENCIA

Para el análisis de este Estudio Ambiental se toma como referencia principal el área directa a ser afectada por la construcción y la operación del proyecto. Según el Decreto 76-2006, en el artículo cuatro, inciso tres, el área de influencia de un proyecto se refiere a todo el espacio geográfico, incluyendo todos los factores ambientales que pudieran provocar cambios cuantitativos o cualitativos en su calidad debido a las acciones en la ejecución del proyecto.

Para definir los límites del área de influencia se tomaron los siguientes criterios: Ambiente Físico (Geología y geomorfología, Hidrología, Calidad del aire), Ambiente Biológico (Flora, Fauna), Medio Socioeconómico y Ambiente de Interés Humano Paisaje,

La población beneficiada directamente será el propietario de la Finca Los Martínez. Además se beneficiara indirectamente la comunidad del Valle de Jesús y la comunidad del municipio de Condega con el desarrollo económico de la finca de Los Martínez.

PASO4 Descripción del área de influencia: “Línea Base Ambiental”

a) Ambiente Físico

▪ Geología

El territorio, gráficamente pertenece a las tierras altas del interior. El relieve es variado, lo cual está condicionado a las particularidades morfo estructurales que presenta el territorio con pendientes que oscilan entre carpadas (30 - 45 %) a extremadamente escarpadas (mayores de 45 %), la precipitación anual del municipio es de 798 mm lo que indica que es seco, las precipitaciones anuales promedio oscila entre 9000 y 1000 mm y temperaturas promedio de 20 ° C.

Por el estado avanzado de degradación de las micro-cuencas de los ríos Pire, Pueblo Nuevo y Estelí enfrentas emergencias ecológicas debido al mal uso causado por la sobre explotación de los suelos, contaminación por desechos orgánicos (pulpa de café) residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura, desechos industriales (procesamiento de cuero) y desechos sólidos de la ciudad de la ciudad que es depositados en el vertedero municipal. También se le suma el avanzado proceso de erosión y el arrastre de grandes volúmenes de sedimento orgánico e inorgánico que contaminan y degradan las partes bajas de las micro-cuencas.

▪ Geomorfología

En el municipio de Condega se encuentran suelos con diferentes grados de evolución y desarrollo cuales varían desde suelos incipientes o suelos jóvenes (Entisoles y Vertisoles) hasta suelos maduros (Mollisoles y Alfisoles).

De manera general los suelos del Municipio corresponden taxonómicamente a los ordenes siguientes: Entisoles (72.36%), Vertisoles (8.72%) Mollisoles (15.62%) y Alfisoles (3.11%), predominando los Entisoles con (72.36%) del área total.

▪ Uso de Suelos

De acuerdo a la capacidad de uso de la tierra, los suelos del municipio varían desde la clase II (De actitud aptitud agrícola) hasta la clase VIII (De aptitud de protección a la vida silvestre) predominando los suelos de la clase VIII (68 % del área total). Los suelos más fértiles y adecuados para cultivos anuales ocupan un 9.5 % del área total, ubicados en clases II Y III (aptitud agrícola).

En general los suelos del municipio presentan condiciones que favorecen la erosión como: Susceptibilidad a la erosión, pendientes fuertes y pobre cobertura vegetal, además están siendo manejados sin prácticas de conservación de suelo.

El 19.4 % del territorio municipal está cubierto por con diferentes tipos de bosques (bosques densos, bosques ralos y café de sombra) y el 67 % está cubierto de tacotales. La disponibilidad de suelos para actividades agropecuarias es baja.

▪ **Climatología y Ecología**

El relieve del municipio de Condega presenta pendientes fisiográficas de escarpadas a extremadamente escarpadas con presencia de mesas y pequeñas planicies inter cratéricas, el relieve es muy accidentado. Con diferencias marcadas en altitud y diversidad de sistemas terrestres, que varían desde los 550 msnm en el valle de Condega hasta los 1,450 msnm en la parte montañosa.

Se pueden identificar claramente dos estaciones, una estación seca conocida localmente como verano, y una estación lluviosa denominada invierno. La estación seca tiene una duración de cinco a seis meses, en tanto el resto de año corresponde a la estación lluviosa. Las variaciones de temperatura y humedad de una estación a otra son muy leves, en tanto las diferencias de precipitación son considerables. En términos generales el municipio presenta un clima de sabana tropical que tiene sus variaciones según su altitud. Las características más importantes son según datos de INETER:

Precipitación

La zona presenta una precipitación promedio anual de 800 - 900 mm anual, por lo que se caracteriza como zona seca sin embargo se observan diferencias en

su distribución anual. Por otro lado en las partes Oeste (zona de Pire) y Este (Canta Gallo) los riesgos climatológicos son extremadamente menores. La humedad relativa es del 73%.

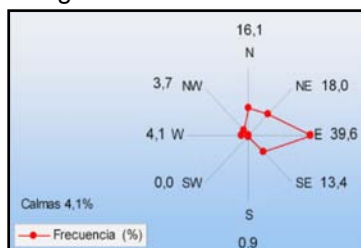
Temperatura

Las temperaturas medias son cálidas y oscilan entre 22.6 - 24.2 °C, la variación promedio mensual es inferior a 3° C y la temperatura medio anual es de 24.6°C.

Vientos

Los vientos del municipio de Condega tienen dirección norte y sus velocidades oscilan entre 2.5 m/s hasta los 10 m/s. En la fig.29 observamos la rosa de vientos para la region central norte.

Fig.29 Rosa de Vientos



Fuente: Ineter, enero 2013

Agua superficial y/o subterránea: En el área de influencia del proyecto la fuente más cercana de agua superficial, es el río Pueblo Nuevo, que se encuentra a unos 2 Km. aproximadamente del sitio destinado para la instalación del sistema micro eólico. El Río Estelí es un recurso muy importante para toda la región que lo rodea, pero se está viendo gravemente afectado debido a diversos factores, de los que se han de destacar:

- El deterioro de su cuenca por la tala del bosque.
- Un aumento de la contaminación debido al gran uso de plaguicidas en la agricultura, sobre todo en las áreas tabaqueras.
- Los cambios climáticos.
- El aumento del consumo de agua, hace disminuir de una manera considerable el nivel freático.

Referente a las características principales de la zona, se podría decir, que se trata de un sistema de aguas intermitentes. Durante la época de verano los

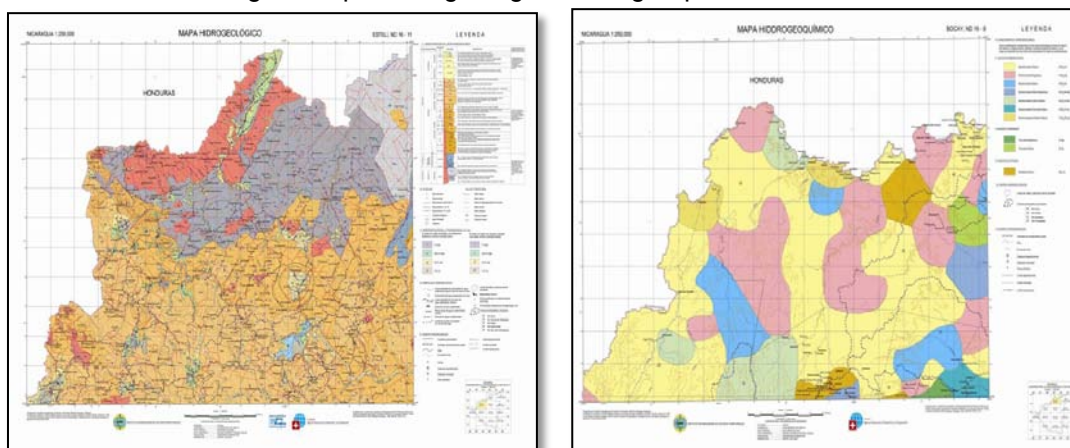
caudales son muy reducidos, mientras que en la época lluviosa, estos, aumentan notablemente.

(Cornide J., Pou M., Solé L. y Suari L., 2008).

En el Mapa Hidrogeológico: Se definen los contenidos elementales del medio hidrogeológico, los límites regionales y los sistemas de fallas y fracturas. También se determinaron las características hidráulicas e hidrodinámicas de los acuíferos, lo cual permite conocer el potencial de las aguas subterráneas de la Región Central.

El mapa Hidrogeoquímico presenta la clasificación o tipificación de las aguas subterráneas por medio del análisis de iones mayoritarios y parámetros físico químicos generales, tales como los sólidos disueltos, pH, temperatura del agua, nitratos, fluoruros, boro, etc. (fig.30)

Fig30. Mapa Hidrogeológico-Hidrogeoquímico de Estelí



Fuente: Ineter.gob.ni

▪ **Calidad del aire:**

La calidad del aire ha venido siendo modificada por las emisiones de gases, partículas, ruido y vibraciones provenientes del parque vehicular, en menor medida y por otras actividades realizadas por el hombre como las quemas y los incendios forestales. .

Otro de los problemas de calidad del aire lo constituye el ruido, al que se le presta muy poca atención, a pesar de que está siempre presente en el ambiente,

siendo el ruido proveniente de los vehículos el que provoca la mayor contaminación acústica en el área urbana, debido a su mal estado mecánico y al abuso de las bocinas, por parte de los conductores, principalmente los del servicio público.

b) Ambiente Biológico

▪ **Vegetación:**

La vegetación de la finca Los Martínez, se desarrolla dentro de la zona de vida de bosque Subtropical transición a húmedo, Subtropical húmedo y Montano transición a húmedo, del sistema de Holdridge (Cornide J., Pou M., Solé L. y Suari L., 2008). Esta zona se caracteriza por tener un clima generalmente fresco; con temperaturas bajas de hasta 17°C en las cumbres, precipitaciones durante períodos de seis meses de lluvia, permitiendo la ocurrencia de especies latifoliadas y coníferas que varían en composición y distribución en la tabla22 se puede observar la tipología de la vegetación de acuerdo a su composición de especies y formas de vida en el sitio del proyecto.

Tabla22. Tipología de la vegetación del sitio del proyecto

Tipo de Vegetación o Cobertura	N° de Fragmentos
Bosque achaparrado	1
Bosque de Galería	2
Cultivo perenne	2
Pino	12
Roble	12
Arboles en potreros y vegetación secundaria	10
Bosque latifoliado	1
Áreas abiertas de Cultivos y Prados	6
Total	46

Fuente: intur.gob.ni (Modificada)

- **Árboles en potreros:** esta composición de especies domina el AP. Hay un predominio de las especies Carbón (*Acacia pennatula*), Encino colorado (*Quercus sapotifolia*) y escasos pinos en potreros, para las áreas con elevaciones superiores a los 1.000m; en tanto que en las áreas inferiores a 900m predominan las especies de Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Capulín (*Trema michranta*), Laurel o Nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y Jícara (*Crescentia alata*) en potreros.

- **Áreas abiertas, cultivos y prados.** En esta categoría se asignan áreas abiertas de praderas y de cultivo anual de la linaza, manzanilla, papa, repollo.

▪ **Fauna**

La fauna de la finca Los Martínez se puede caracterizar por la fauna de sus alrededores que corresponden a las reservas naturales más grandes de la región central del país y que colindan territorialmente con el Municipio de Condega y por consiguiente con el sitio de localización de la finca. La fauna característica de la finca los Martínez consiste en aves, mamíferos, reptiles y anfibios. De una manera más detallada:

- **Aves:**

Se registran un total de 62 especies de aves, de las cuales cuatro son migratorias y dos, también migratorias pero con poblaciones residentes en el país. Siete de estas especies se encuentran en los listados CITES. En los bosques secos es donde se encuentra mayor diversidad de aves, seguida de los bosques de roble.

La cantidad de aves encontradas en la reserva representan el 10% de la cantidad de aves descritas en la Lista de Aves de Nicaragua (Martínez-Sánchez, 2000). Se observan grupos de colibríes, de los géneros *Turdus* y *Parulide*, gran cantidad de zopilotes (*Coragyps atratus*), urracas comunes (*Cyanocorax chrysops*), guardabarrancos (*Eumomota superciliosa*) y carpinteros caretos (*Melanerpes formicivorus*). (intur.gob.ni)

- **Mamíferos:**

Se recuentan 28 especies de mamíferos, de ellos los murciélagos representan el mayor número con 17 especies, que pertenecen a las órdenes de Marsupialia, Chiroptera, Carnívora, Perissodactyla, Rodentia y Lagomorpha (2 de estas especies están bajo regulación CITES y 3 bajo protección nacional). Otras especies de mamífero encontrados en la reserva son la ardilla gris (*Sciurus variegatoides*), el ratón común (*Peromyscus mexicanus*), un ratón arbóreo (*Oecomys spp*), con un extraño silbido nocturno parecido al de un ave, el venado (*Odocoileus virginianus*) y la guatuzza (*Dasyprocta punctata*). La población de estas últimas especies ha disminuido considerablemente en los últimos años como consecuencia de la caza. Los pobladores mencionan la presencia de

felinos grandes como el jaguar (*Panthera onca*) en los bosques secos, pero no se ha detectado su presencia en ninguno de los estudios realizados. También informan que antiguamente en el sector norte había monos cara blanca o capuchinos (*Cebus capucinus*).

- Anfibios y Reptiles:

Se contabilizó la presencia de 3 especies de anfibios y 8 de reptiles (una especie de anfibio y tres de reptiles están bajo regulación CITES). El garrobo (*Ctenessaura pectinata*), una de las especies más importante, ha disminuido su población en los últimos años, como también lo han hecho otras especies, pues hay poca cantidad de estos animales, sobretodo de serpientes, sapos y otros reptiles. Todo esto hace evidente una pérdida de la calidad de las aguas de la reserva. (intur.gob.ni)

c) Medio Socio Económico

- **Aspecto Social:** el sitio propuesto para la construcción del micro sistema eólico, se encuentra ubicado a 3.5 Km. aproximadamente de la ciudad de Condega, existe una comunidad cercana a unos 600 mts del sitio donde se pretende instalar el equipo aerogenerador de 1Kw. Actualmente la ciudad de Condega tiene una población aproximada de 10,478 habitantes. El total de la población en el municipio de CONDEGA es de 29,247 habitantes de los cuales el 69.52 % de la población del municipio vive en el área rural y el 30.48 % vive en el área urbana según los datos obtenidos de la ficha municipal del municipio en el sitio web: inifom.gob.ni.

El municipio cuenta con el servicio público de energía domiciliar, a cargo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad, La empresa brinda servicios a través de 315 conexiones domiciliarias (22% de las viviendas), distribuidas en distintas comunidades del municipio. En lo que se refiere al servicio de alumbrado público, se cuenta con 48 luminarias en el casco urbano de la cabecera municipal. Cerca del 75% de las viviendas del municipio, mayoritariamente rurales no tienen servicio domiciliar por falta de redes primarias y secundarias.

- **Aspecto Cultural:** El Municipio posee diversas manifestaciones culturales y artísticas que se manifiesta en habilidades para las manualidades, artesanías, elaboración de instrumentos musicales de cuerdas, cerámica de barro decorativo y utilitario, juguetería de madera, corte, confección y estampados, cestería de carrizo, artículos de talabarterías para caballería, calzado y diversos productos de uso personal. Posee un gran patrimonio histórico cultural. De la historia larga se manifiestan vestigios arqueológicos precolombinos los cuales han sido coleccionados y ordenados en un museo municipal que lleva el nombre de uno de sus fundadores el señor Julio Salgado.

- **Aspecto Económico:** La base económica del municipio de CONDEGA descansa en la producción agropecuaria, principalmente el cultivo de granos básicos, la ganadería extensiva es otra de las actividades de mayor relevancia, Su mal manejo han contribuido al deterioro de los suelos, creando condiciones para la degradación y erosión, factores que inciden en el rendimiento de los cultivos. (inifom.gob.ni)

d) Ambiente de Interés Humano

- **Recursos arqueológicos:** En la finca los Martínez no existen pruebas de hallazgos o vestigios arqueológicos de ningún tipo que sea representativo de la cultura del sitio.
- **Recursos históricos:** En la finca Los Martínez no existen manifestaciones de la actividad humana que representan aspectos de la historia nacional o local, lugares donde ocurrieron sucesos históricos relevantes, aun cuando no queden huellas de ello, lugares, edificios, arboles, relacionados con personalidades importantes.
- **Recursos arquitectónicos:** En la finca Los Martínez no existen edificios, construcciones, jardines que posean valor artístico, o que sean representativos de su clase o de su época, o que representen logros de arquitectura ingeniería o diseño.

- **Recursos científicos educativos:** La finca Los Martínez no se considera ejemplo de procesos naturales actuales o pasados, de distribución de especies, de interés estratégico.

- **Paisaje:**

Por el estado avanzado de degradación de las micro-cuencas de los ríos Pire, Pueblo Nuevo y Estelí enfrenta emergencias ecológicas debido al mal uso causado por la sobre explotación de los suelos, contaminación por desechos orgánicos (pulpa de café) residuos de agroquímicos utilizados en la agricultura, desechos industriales (procesamiento de cuero) y desechos sólidos de la ciudad de la ciudad que es depositados en el vertedero municipal. También se le suma el avanzado proceso de erosión y el arrastre de grandes volúmenes de sedimento orgánicos e inorgánicos que contaminan y degradan las partes bajas de las micro cuencas. (Fig30)

Fig.31 Fotos del paisaje predominante en la Finca Los Martínez



Fuente: Propia

El paisaje natural se encuentra caracterizado por un relieve ondulado ocupado principalmente por áreas cubiertas de pastizales con árboles aislados, la vegetación arbórea se reduce a las márgenes de los ríos corriendo paralela al curso de estos. En la zona de instalación del sistema micro eólico, se tendrá que extraer algunos árboles pero estos no están vedados por el Marena.

PASO5. IDENTIFICACION, PREDICCION Y VALORACION DE IMPACTOS

La metodología utilizada para la predicción y valoración de los impactos será la metodología de Conesa Simplificada, la cual resulta de desarrollar los tres primeros pasos de ésta para obtener un análisis cualitativo mediante la construcción de la matriz de importancia. Procederemos a realizar los siguientes pasos:

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes
2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados
3. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

1 Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes

Para identificar las acciones del proyecto potencialmente impactantes, se utiliza el método de Lista de Chequeo. Cuando la actividad del proyecto produce impacto sobre determinado factor ambiental, se registra dentro de la casilla correspondiente para indicar la producción del impacto. En este nivel sólo se identifican los impactos y no se realiza ningún análisis o valoración. (tabla23)

Tabla23. Listas de Chequeo para identificación de acciones impactantes del proyecto micro eólico

ACCIONES IMPACTANTES	ETAPAS DEL PROYECTO MICRO EOLICO																
	CONSTRUCCION									OPERACION				DESMANTELAMIENTO			
	Preparación y Limpieza del terreno	Circulación de vehículos, transporte de materiales	Construcción de vías de acceso	Excavaciones ,zanjeo y movimiento de tierra	Fundaciones, cimentaciones e instalación de la torre	Instalación del sistema eléctrico y aerogenerador	Instalaciones eléctricas soterradas y domiciliar	Generación y disposición de residuos	Contingencias	Operación del sistema micro eólico	Mantenimiento del sistema micro eólico	Generación y disposición de residuos	Contingencias	Abandono y retiro del sistema micro edílico	Desmantelamiento de la torre y sistema micro edílico	Generación y disposición de residuos	Contingencias
AMBIENTE FISICO																	
AIRE Y ATMOSFERA																	
Incremento del ruido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
Incremento de partículas de polvo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Presencia de gases y olores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Efecto Corona										X	X						
Campo Electromagnético										X	X						
SUELO																	
Contaminación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Compactación			X	X												X	
Erosión	X	X	X	X	X					X							
Ocupación del terreno			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
AGUA																	
Drenaje natural e infiltración	X		X	X	X		X	X				X					X
Calidad del agua subterránea y superficial			X	X	X		X	X				X					X
AMBIENTE BIOLOGICO																	
FLORA Y FAUNA																	
Corte de Vegetación	X			X	X		X										
Pérdida de biodiversidad	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X				
Extinción de especies	X		X	X	X	X	X										
Alteración del hábitat natural	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				
MEDIO SOCIOECONOMICO																	
Aspecto social	X	X	X				X	X	X	X					X	X	X
Aspecto cultural		X	X				X	X	X	X					X	X	X
Aspecto económico							X	X	X	X						X	X
AMBIENTE DE INTERES HUMANO																	
Estética del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
Uso del territorio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Paisajismo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia (Basada en Conesa, 2003)

2 Identificación de los factores del medio potencialmente impactados

Proseguiremos con los factores del medio mayormente afectados enlistándolos para facilitar el ordenamiento. Esta relación acciones-factores brindara una percepción inicial para la elaboración de la primera matriz de impactos, (tabla24) que será utilizada para realizar la valoración cualitativa del impacto ambiental en la cual serán analizadas las acciones que puedan causar impactos y los factores susceptibles a recibirlos.

Tabla24: Matriz Simple identificar los factores impactados del proyecto micro eólico.

M001		FASES DEL PROYECTO			
FACTORES AMBIENTALES		CONSTRUCCION	FUNCIONAMIENTO	DESMANTELAMIENTO	
AMBIENTE FISICO					
AIRE Y ATMOSFERA	Calidad del aire Ahorro de emisiones Ruido aéreo Contaminación lumínica	Emisiones procedentes de equipos Presencia de equipos	Disminución de emisiones globales Rotación de las palas y mecanismos Presencia y señalización del sistema eólico	Emisiones procedentes de equipos Presencia de equipos	
SUELO	Alteración de la estratigrafía local Alteración de los procesos geomorfológicos	Cimentaciones y excavaciones Preparación del emplazamiento Movimiento de tierra y excavaciones	Presencia de cimentaciones	Movimiento de tierra y excavaciones Retirada de cimentaciones	
AGUA	Afectación de la calidad del manto acuífero superficial o subterráneo	Movimiento de materiales en la construcción de torres y soterrado	Vertidos accidentales en algunas acciones	Movimiento de materiales y sedimentos de movimientos de tierra	
AMBIENTE BIOLOGICO					
Flora	Corte de vegetación	Preparación del emplazamiento, movimientos de tierra y excavaciones		Movimiento de materiales y excavaciones	
Fauna	Huida de animales de su hábitat natural Colisiones Modificación del hábitat	Preparación del emplazamiento, movimientos de tierra, excavaciones, emisiones procedentes de equipos, presencia de equipos Instalación de torres, aspas	Vibraciones y emisión de ruidos Torres, movimiento de aspas. Línea eléctrica Movimiento de aspas	Movimiento de tierra y excavaciones	
MEDIO SOCIOECONOMICO					
Aspecto social	Cambio de la estructura de la población Aumento de los tiempos de viaje	Transporte de materiales	Funcionamiento de los aerogeneradores Vibraciones y ruidos		
Aspecto cultural	Alteración de costumbres del grupo humano	Transporte de materiales	Funcionamiento de los aerogeneradores		
Aspecto económico	Aumento del nivel de vida	Aumento de la actividad económica			
AMBIENTE DE INTERES HUMANO					
Estética del Proyecto	Alteración de la calidad del paisaje	Presencia de equipos	Funcionamiento de los aerogeneradores	Operaciones de desmantelamiento	
Uso del territorio					
Paisaje	Alteración de la calidad paisajística	Construcción en general	Presencia de aerogeneradores	Operaciones de desmantelamiento	

3 Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.

a) **Atributos de los impactos** según Conesa. Para la identificación de las relaciones causa-efecto se tomara en cuenta los valores medios de los atributos de los impactos, estos atributos están descritos en la siguiente tabla25:

Tabla25: Criterios de valoración de impactos

Criterios	Valoración	Calificación
Naturaleza(Na): Define si la acción impactante del proyecto genera un efecto (+) o (-) en el componente ambiente afectado.	Negativo Positivo	- +
Intensidad (I): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.	Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12
Extensión Geográfica (Ex): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto	Puntual Parcial Extenso Total Crítica	1 2 4 8 +4
Momento (Mo): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	Largo plazo Medio plazo Inmediato Crítico	1 2 4 +4
Persistencia (Pe): Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
Reversibilidad (Rv): Se refiere a la probabilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, previas a la acción, por medios naturales, una vez q aquella deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
Recuperabilidad (Mc): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de la intervención humana (con medidas correctoras).	Recuperable De manera inmediata Recuperable A medio plazo Mitigable Irrecuperable	1 2 4 8
Sinergia (Si): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.	Sin sinergismo (simple) Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4
Acumulación (Ac): Se refiere a la idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple Acumulativo	1 4
Efecto (Ef): Se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto (secundario) Directo	1 4
Perioricidad (Pr): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo, o constante en el tiempo.	Irregular o aperiódico Periódico Continuo	1 2 4
IMPORTANCIA (I): Viene representada por un numero y se deduce mediante el modelo siguiente	$I = +(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	

Fuente: Conesa, 2003

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos (Tabla26), los valores que se obtienen varían entre 13 y 100. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como Irrelevante ($I < 25$), Moderado ($25 \leq I < 50$), Severo ($50 \leq I < 75$) o Crítico ($75 \leq I$).

Tabla26: Calificación de la importancia del impacto ambiental

Impacto	Valor (I)
Bajo/Irrelevante	$0 \leq I \leq 24$
Moderado	$25 \leq I < 50$
Severo	$50 \leq I < 75$
Critico	$I \geq 75$

Fuente: Conesa, 2003

b) Se construye la matriz de importancia (Ver Anexos IX, X y XI)

Para el estudio de impacto ambiental del sistema micro eólico se calcula la matriz de importancia para cada etapa de la ejecución del proyecto resultando las matrices que se encuentran en el (Anexo 3).

c) Se construye la matriz de cuantificación (Anexo 4) de la importancia mediante el criterio de calificación de la importancia se obtiene el siguiente cuadro (tabla27):

Tabla27: Resumen de la Matriz de cuantificación de la importancia

Impacto	Valor (I)	Construcción	Operación	Desmantelamiento	Totales
Positivo		7	3	4	14
Bajo-Irrelevante	$I \leq 24$	37	27	10	74
Moderado	$25 \leq I < 49$	53	8	16	77
Severo	$50 \leq I < 74$	6	5	4	15
Critico	$I \geq 75$	0	0	0	0
Impacto Total					

d) Análisis gráfico de la matriz de cuantificación (Ver Anexo XII)

Los impactos **positivos** son 14 mientras que los impactos **negativos** son 166, de los cuales, **74** son catalogados como de *bajo impacto ambiental*, **77** son catalogados como *moderado impacto ambiental* y **15** son *severos*. **No hay impactos críticos**. En la matriz de cuantificación podemos distinguir las posibles alteraciones que el proyecto puede generar en las diferentes etapas, diversos análisis pueden resultar de esta matriz. De las posibles alteraciones que la obra puede originar en las distintas etapas, las mismas se desarrollaran de la siguiente manera:

- Etapa de Construcción 103 impactos.
- Etapa de Operación y Mantenimiento 43 impactos.
- Abandono o Retiro de instalaciones 34 impactos.

A continuación se presenta los impactos totales por medio afectado (tabla10), se puede apreciar que los impactos totales en el medio físico son 74, en el medio biológico son 27 impactos totales; en el medio socio económico son 35 impactos totales y en el ambiente de interés humano son 44 impactos totales.

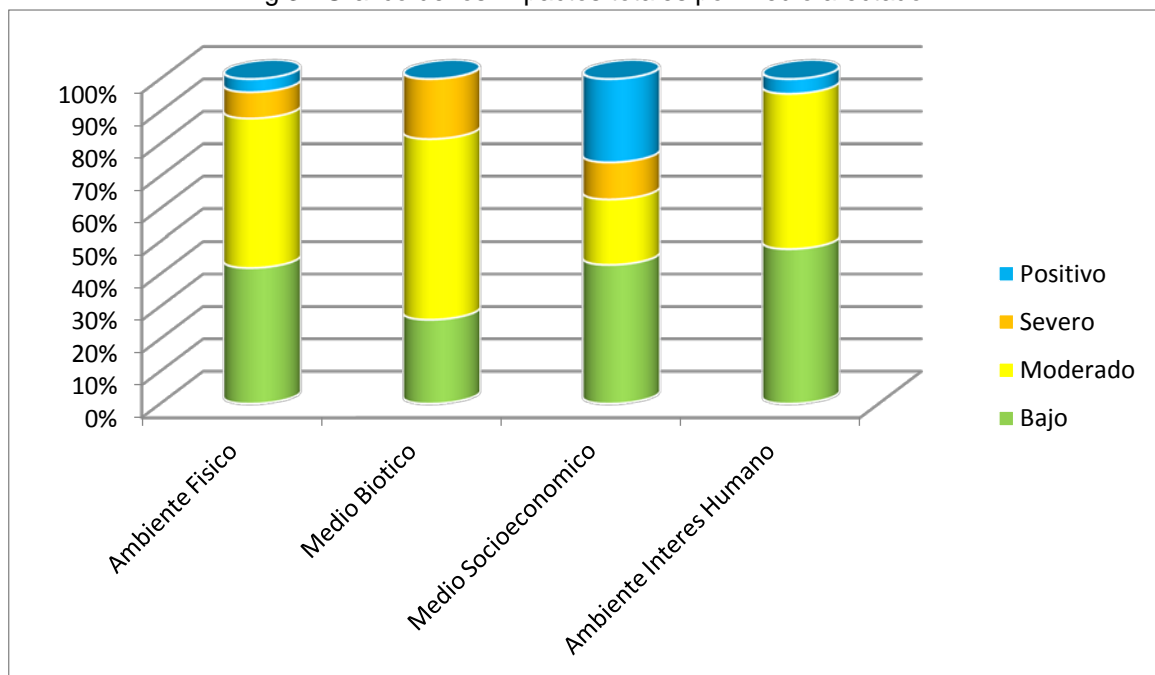
Tabla28: Impactos totales por Medio Ambiente afectado

MEDIO		Tipo de impactos							Impactos por medio afectado
			Construcción		Operación		Mantenimiento		
			Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	
IMPACTO SOBRE EL MEDIO	Físico	Bajo		17		12	2	2	33
		Moderado		22		3		9	34
		Severo		2	1	2		2	7
	Biológico	Bajo		2		3		2	7
		Moderado		10		2		3	15
		Severo		2		2		1	5
	Socio Económico	Bajo		8		5		2	15
		Moderado	7	5	2			2	16
		Severo		2		1		1	4
	Interés Humano	Bajo		10		7		4	21
		Moderado		16		3	2	2	23
		Severo							0

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente (figura32) se representa gráficamente los datos obtenidos en la tabla28. Se observa que de los impactos totales para el ambiente físico 3 son positivos y de los impactos negativos 31 son bajos, 34 moderados y 6 son severos. Para el ambiente biológico los impactos negativos son 7 bajos, 15 moderados y 5 severos.

Fig.32 Grafico de los impactos totales por medio afectado



Fuente: Elaboración propia

Para el Medio socio económico se tienen 9 impactos positivos y de los impactos negativos 15 son bajos, 7 son moderados y 4 severos. Para el ambiente de interés humano existen 2 impactos positivos, 21 impactos bajos y 21 impactos moderados.

En la tabla29 se representan los impactos por tipo resultando que existen 76 impactos bajos, 88 impactos moderados y 15 impactos severos del total 14 son positivos y 166 son negativos

Tabla29: Total de Impactos positivos y negativos por Tipo

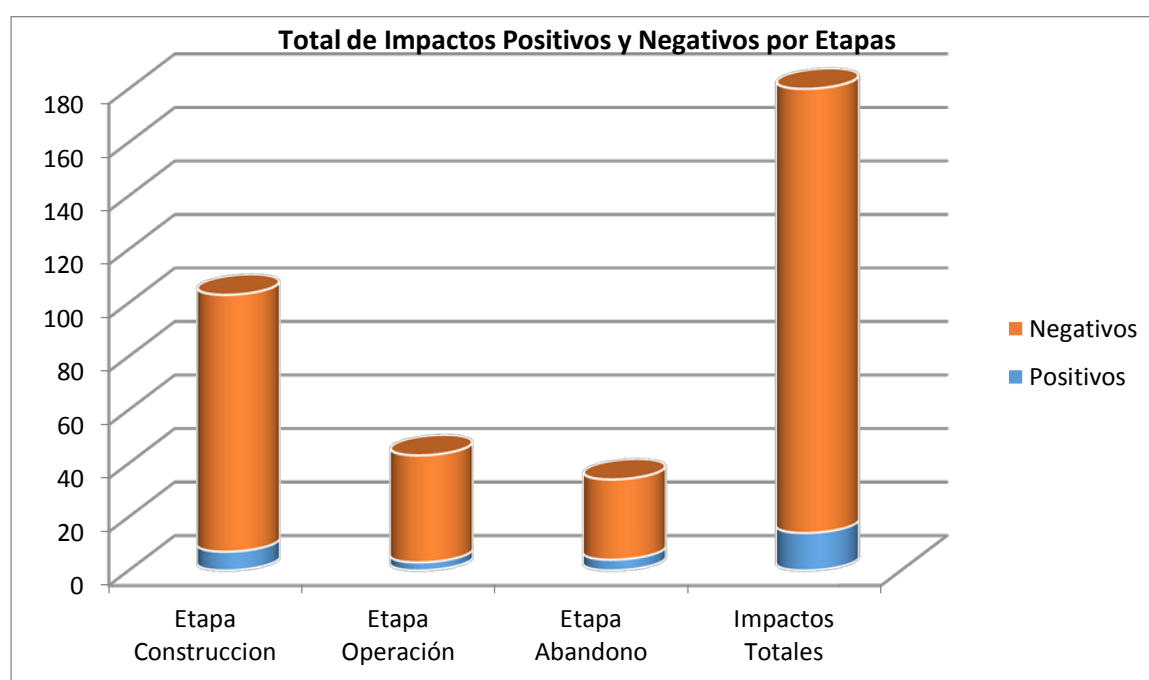
MEDIO	Tipo de impactos							Impactos por medio afectado
		Construcción		Operación		Mantenimiento		
		Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	
Total Impactos Por Tipo	Bajo		37		27	2	10	76
	Moderado	7	53	2	8	2	16	88
	Severo		6	1	5		4	16

Para concluir se plantean los impactos totales del proyecto micro eólico. De la tabla30, se construye el grafico de la figura33, para plantear a manera conclusiva los impactos totales positivos y negativos ordenados por etapas del proyecto. Se puede observar que *la etapa de construcción es la que más impactos genera al ambiente.*

Tabla30: Total de Impactos positivos y negativos por Etapa

MEDIO	Tipo de impactos							Impactos por medio afectado
		Construcción		Operación		Mantenimiento		
		Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	
Total Impactos por Etapa		7	96	3	40	4	30	180

Fig.33: Grafico del total de impactos positivos negativos por etapas



Respecto a la calificación de los impactos de la tabla 30, se calculan los porcentajes y se puede afirmar que el 42% corresponden a impactos bajos, 48% corresponde a impactos moderados y 8.8% corresponde a impactos severos. **Por lo anterior se justifica que el proyecto es viable** ambientalmente ya que no existen impactos críticos y el porcentaje de impactos severos es pequeño y además se pueden corregir y/o compensar con las medidas de mitigación y el plan de manejo ambiental.

PASO6. PRONOSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL

a) MEDIO FISICO

Calidad del Aire:

Se provocarán emisiones de partículas de polvo, consecuencia de las obras de construcción de los caminos de nuevo trazado, explanación de plataformas de acceso a los aerogeneradores, excavación de fosas de cimentación, excavación de zanjas para la línea de baja tensión, movimiento de la maquinaria, etc. Se provocarán emisiones de gases de combustión por acción de la maquinaria.

Ruido

Se provocarán emisiones acústicas durante la fase de construcción, debido al movimiento de la maquinaria pesada y aumento del tráfico rodado. Durante la fase de explotación, debido al funcionamiento de los aerogeneradores y al transporte de la energía eléctrica producida. De igual modo, durante la fase de clausura se provocará ruido en las labores de desmantelamiento del sistema micro eólico.

Suelo:

Las actividades de Desmonte, (corte de malezas y tumba de árboles) durante el desarrollo de las actividades de preparación del terreno, para la apertura de las primeras trincheras, obras de drenaje de aguas pluviales, aumentaran los riesgos de erosión del suelo. Con el pasar constante de la maquinaria encargada de la Apertura de las distintas vías de acceso internas y externas al relleno, el suelo del área del relleno experimentara, los siguientes problemas: una fuerte y severa compactación del suelo, disminución de la capacidad de infiltración del

agua y de la capacidad de intercambio catiónico, (CIC). Se producirán movimientos de tierras los cuales afectarán la geomorfología del sitio. También se destruirá la capa superficial del suelo por la apertura de zanjas para la línea eléctrica de baja tensión.

Calidad del Agua:

A fin de disminuir los efectos del polvo levantado por el pasar constante de vehículos, se verá incrementado el consumo de agua, para regar y para la ejecución de las obras de civiles propias del proyecto. La afección a las aguas superficiales, se deberá fundamentalmente a la alteración del drenaje superficial, debido a las obras de acondicionamiento de viales e instalación de los equipos. Las aguas subterráneas se verán afectadas por la disminución de la zona de infiltración, consecuencia de la ocupación directa del suelo y por la posibilidad de derrames o fugas de aceites, grasas u otros líquidos incontrolados, procedentes de la actuación humana.

b) MEDIO BIOLOGICO

Flora:

Durante la fase de preparación de los sitios donde estarán ubicadas las trincheras se tendrá que cortar algunos árboles y demás plantas, perdiendo de esta forma buena parte de la cobertura vegetal que protege al suelo, afectando a especies de aves, ardillas y demás animales que ocupan los árboles como nichos ecológicos. Los impactos sobre la vegetación, tendrán lugar sólo durante la fase de construcción de la infraestructura proyectada. El acondicionamiento de viales así como el desbroce y despeje del terreno a ocupar, implicará la destrucción parcial o total de las especies vegetales. No obstante su impacto no debe considerarse grave, ya que la vegetación existente, representa un estado de degradación de la vegetación potencial. De igual modo, se procurará evitar la destrucción innecesaria de la vegetación, en aquellas zonas que no serán ocupadas.

Fauna:

En las superficies directamente ocupadas por las actuaciones del Proyecto, se prevé una modificación de las condiciones de vida en el suelo y del hábitat de las

comunidades faunísticas establecidas en el área de influencia del emplazamiento elegido. No obstante, las especies que frecuentan la zona, suelen ser ubicuistas y generalistas, y no necesitan de la misma para su alimentación, comportamiento habitual o reproducción. Una vez que entre en funcionamiento el sistema micro eólico, estas especies podrán volver a frecuentar la zona.

La principal afección suele darse sobre la avifauna. Generalmente la *colisión* contra el aerogenerador es el principal impacto destacable y no es un problema grave ya que las aves, se acostumbran rápidamente al movimiento de los aerogeneradores.

c) MEDIO SOCIOECONÓMICO

Las Energías Renovables, son un recurso capaz de aportar una contribución muy sustancial a los objetivos de: preservar los recursos y proteger el Medio Ambiente; la seguridad y diversidad del suministro energético; el desarrollo económico de la zona, creación de empleo y mejora tecnológica. Las alteraciones que el proyecto, producirá sobre el medio socioeconómico, son **muy positivas** a todos los niveles:

Se generarán puestos de trabajo, tanto directos como indirectos. Durante la fase de construcción, la mano de obra punta estimada será de 10 personas, siendo el plazo de ejecución de las mismas de 1 mes. La inversión proyectada, supondrá una afluencia de personas de otra procedencia y nuevas oportunidades de negocio para la población de la comarca. Durante la fase de explotación, inicialmente prevista en unos 20 años, se crearán empleos fijos. El impacto de mayor relevancia, es la producción de energía eléctrica para autoconsumo en la finca Los Martínez, con el consiguiente ahorro de combustibles fósiles y la contaminación evitada. Fomentará asimismo el Desarrollo Sostenible de la finca.

d) AMBIENTE DE INTERES HUMANO

Paisaje: (De acuerdo a la percepción de cada individuo)

Con las posibles afectaciones al suelo, vegetación y especies de animales asociadas a las especies arbóreas que se verán afectadas, indiscutiblemente el

valor escénico del sitio experimentara una disminución significativa, cambiando el potencial paisajístico del sitio. La afección paisajística de estas instalaciones, depende de criterios fundamentalmente subjetivos. Durante la fase de construcción, todas las acciones que implican desbroces, adecuación de viales e instalación de las infraestructuras proyectadas, supondrán alteraciones morfológicas, estructurales y cromáticas del paisaje. Durante la fase de explotación, la única afección destacable, es la presencia del aerogenerador. Considerando que la zona elegida: ha sido ya moldeada por la actividad humana, (roturación de tierras para puesta en cultivo), y presenta escasa accesibilidad a la observación, debido a la baja transitabilidad de las vías de comunicación desde donde se tiene visibilidad de la misma.

PASO7. MEDIDAS AMBIENTALES

Para un proyecto eólico las medidas de mitigación se deben realizar en las diferentes etapas del proyecto. Las medidas de mitigación para la etapa de construcción están reflejadas en el siguiente cuadro (tablas 31,32y33). Para la Se consideran únicamente los impactos negativos.

Tabla31: Medidas de Mitigación en la etapa de Construcción

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable
AMBIENTE FISICO			
Aire y Atmosfera	1. Generación y emisión temporal de partículas de polvo a la atmosfera debido a los trabajos de descapote y construcción de caminos	Regar las superficies descapotadas y en los cúmulos de material suelto, también se tendrán que regar los accesos al sitio donde se instale el aerogenerador. Limitación de la velocidad de vehículos	Contratista, Supervisor ambiental
	2. Pérdida de calidad por generación de ruido	Todos los equipos que participaran en la obra deberán encontrarse en perfecto estado mecánico.	Contratista, Supervisor ambiental
	3. Generación de olores y gases	Todos los equipos que participen en la obra deberán encontrarse en perfecto estado mecánico.	
Suelo	1. Contaminación por fugas, derrames de combustibles y/o Lubricantes.	Todos los equipos que participarán en la obra deberán encontrarse en perfecto estado mecánico.	Contratista, Supervisor ambiental
	2. Contaminación por desechos líquidos, sólidos orgánicos e inorgánicos.	Los residuos de construcción serán depositados en áreas específicas dentro del proyecto y día de por medio serán trasladados hasta el sitio de disposición final, autorizado por la municipalidad.	Contratista, Supervisor ambiental
	3. Erosión y compactación	Excavación, cortes y rellenos Toda excavación que se realice en la zona será rellenada al finalizar su uso. El material de corte dentro el terreno será utilizado para el relleno y para cimentaciones, cuando las especificaciones del diseño así lo permitan. Para la pérdida de suelo fértil: Disposición y tendido de la capa vegetal (primer horizonte) para propiciar la recuperación del áreas de pasto. Al concluir los trabajos este deberá quedar en las condiciones anteriores, para recuperar sus características morfológicas, estabilizando sus Pendientes y reforestándolo.	Contratista, Supervisor ambiental

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable	
Agua	1. Modificación del drenaje natural e infiltración	Las obras de construcción de accesos deberán considerar el drenaje natural del terreno. Limpieza de los drenajes naturales para que queden libres de escombros o residuos de la construcción.	Contratista, ambiental	Supervisor
	2. Calidad del agua superficial y subterránea	Mantenimiento de áreas de pasto para propiciar la infiltración de las precipitaciones pluviales en el terreno	Contratista, ambiental	Supervisor
AMBIENTE BIOLOGICO				
Flora	1. Pérdida de la cubierta vegetal herbácea y arbustiva	La vegetación destruida será picada y esparcida en los sitios para pasto. No se podrá quemar esta vegetación para evitar incendios. En el caso que se trate de especies arbóreas protegidas, se deberán replantar en los sitios indicados para su preservación	Contratista, ambiental	Supervisor
Fauna	1. Pérdida del hábitat	Evitar usar maquinaria pesada para el descapote de hierbas Evitar usar productos químicos para el descapote Evitar el corte de árboles que sirven de nido a diferentes especies de avifauna	Contratista, ambiental	Supervisor
	2. Caza furtiva	Se deberá alertar a los trabajadores del proyecto sobre la prohibición del daño a las especies animales del sitio Prohibir el uso de armas y la caza	Contratista, ambiental	Supervisor
MEDIO SOCIOECONOMICO				
Aspecto social	1. Alteración de la calidad de vida	Aumento del tránsito de vehículos y personal. Se circulará respetando todas las señalizaciones viales	Contratista, ambiental	Supervisor
Aspecto cultural	2. Riesgo profesional y Alteración de las costumbres del grupo humano	Se capacitará al personal propio, contratado y/o a terceros en temas específicos de Gestión de Residuos, Seguridad e Higiene y Medio Ambiente. Se proveerá a los trabajadores de los equipos de protección necesarios para realización de los trabajos. Cuando las condiciones meteorológicas sean tales que impliquen un riesgo sobre el personal, los equipos u otros factores ambientales, se suspenderán las tareas hasta el momento en que el riesgo haya dejado de existir. Los días de intenso viento se suspenderán las tareas.	Contratista, ambiental	Supervisor

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable	
Aspecto económico	3. Aumento del nivel de vida y Generación de empleo	Se deberá contratar personal de los alrededores en la medida de lo posible, brindándoles la capacitación adecuada.	Contratista, ambiental	Supervisor
AMBIENTE DE INTERES HUMANO				
Estética del proyecto	1. Generación de residuos	Se prohibirá arrojar residuos de cables y aquellos contaminados con sustancias peligrosas en las zanjas abiertas. Se deberá mantener la limpieza en el área del proyecto evitando tirar basuras, designando un depósito para la misma.	Contratista, ambiental	Supervisor
Uso del territorio	2. Afectación por uso del territorio	Se evitarán las áreas de tierras destinadas a cultivos, pastoreo o sitios arqueológicos	Contratista, ambiental	Supervisor
Valor escénico	3. Pérdida del valor escénico	La vegetación de la especie de arbustos que se corte podrá ser removida y replantada en otros sitios del derredor para evitar el efecto del impacto visual. No se podrá quemar esta vegetación para evitar incendios. En el caso que se trate de especies arbóreas protegidas, se deberán replantar en los sitios indicados para su preservación. Se deberá incluir colores y diseños de aerogeneradores adecuados para la óptima integración paisajística.	Contratista, ambiental	Supervisor

Tabla32: Medidas de Mitigación etapa de Operación y Mantenimiento

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable	
AMBIENTE FISICO				
Aire	Generación y emisión temporal de partículas de polvo , olores y gases	Mantener el riego persistente para evitar las polvaredas.	Contratista, ambiental	Supervisor
	Pérdida de calidad por generación de ruido	Selección de aerogeneradores que emitan el menor ruido posible y deberán quedar debidamente instalados	Contratista, ambiental	Supervisor
	Contaminación lumínica	Instalación de barra de luces intermitente color rojo para la noche	Contratista, ambiental	Supervisor
	Impacto visual	Utilización de la señalización adecuada en la torre del aerogenerador durante el día		
Suelo	Contaminación por derrame de líquidos y gases	Se prohíbe el vertido de contaminantes, aceites, líquidos o gases a la atmosfera durante los trabajos de mantenimiento.	Contratista, ambiental	supervisor
	Erosión y compactación	Tener en cuenta el valor de conservación del suelo, cultivos, regadío, etc. Vigilar los drenajes superficiales naturales	Contratista, ambiental	Supervisor
Agua	Fugas y derrames de combustible y lubricantes	Se realizara el mantenimiento del aerogenerador evitando cualquier tipo de derrame, no se permitirá ser vertidos en el suelo natural	Contratista, ambiental	Supervisor
AMBIENTE BIOLOGICO				
Flora	Control de crecimiento de vegetación en el sitio del aerogenerador	No se cortara totalmente la vegetación sino que solamente se controlara el crecimiento de la misma. No se quemara la vegetación recortada.	Contratista, ambiental	Supervisor
Fauna	Afectación y destrucción de avifauna Colisiones de aves	Los aerogeneradores serán de color blanco mate con señalización lumínica roja por la noche Se evitara colocar el aerogenerador en sitios establecidos para cría de aves Eliminación de animales muertos en las inmediaciones del aerogenerador	Contratista, ambiental	Supervisor

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable	
MEDIO SOCIOECONOMICO				
Aspecto social	Molestias a los pobladores aledaños	Control de emisiones sonoras	Contratista, ambiental	Supervisor
	Peligro de accidentes por desprendimiento de palas	Realizar los mantenimientos en los tiempos recomendados por el fabricante	Contratista, ambiental	Supervisor
Aspecto Cultural	Mejora en la calidad de vida	Ninguna		
Aspecto económico	Generación de energía Aumento de la productividad	Ninguna		
AMBIENTE DE INTERES HUMANO				
Estética del proyecto	1. Modificación del entorno visual en el día.	Revegetación de las áreas aledañas a la torre del aerogenerador	Contratista, ambiental	Supervisor
Uso del territorio	2. Afectación por uso del territorio	Ninguna		
Valor escénico	3.Pérdida del valor escénico	Sembrar especies arbóreas en los alrededores de la propiedad para que sirvan como barreras visuales verdes	Contratista, ambiental	Supervisor

Tabla33: Medidas de Mitigación etapa de Desmantelamiento y abandono

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Medidas Correctoras	Responsable	
AMBIENTE FISICO				
Aire	Generación y emisión temporal de partículas de polvo , olores y gases	Reducir el tiempo de desmantelamiento en la medida de lo posible.	Contratista, ambiental	Supervisor
	Pérdida de calidad por generación de ruido	Los vehículos a utilizar en el desmantelamiento deberán estar en perfecto estado mecánico	Contratista, ambiental	Supervisor
Suelo	Contaminación por derrame de líquidos y gases	Se prohíbe el vertido de contaminantes, aceites, líquidos o gases a la atmosfera durante la etapa de desmantelamiento.	Contratista, ambiental	supervisor
	Erosión y compactación	Se deberá preservar el suelo según su naturaleza.	Contratista, ambiental	Supervisor
Agua	Fugas y derrames de combustible y lubricantes	Se depositaran todos los residuos líquidos en recipientes con tapa para su depósito en el vertedero autorizado.	Contratista, ambiental	Supervisor
AMBIENTE BIOLOGICO				
Flora	Cubierta vegetal	Se deberá recubrir el suelo con el manto arbóreo de la localidad	Contratista, ambiental	Supervisor
Fauna	Afectación y destrucción de avifauna	Dejar los espacios libres de basuras y residuos de construcción Revegetación de áreas donde estaba el aerogenerador	Contratista, ambiental	Supervisor
MEDIO SOCIOECONOMICO				
Aspecto social	Molestias a los pobladores aledaños	Control de emisiones sonoras	Contratista, ambiental	Supervisor
	Peligro de accidentes por tráfico de vehículos	Controlar la velocidad de los vehículos que transporten los metales producto del desmantelamiento del aerogenerador y la torre	Contratista, ambiental	Supervisor

PASO8. ANALISIS DE RIESGOS

En relación a los riesgos ambientales y a su ocurrencia durante las fases de construcción y operación del proyecto, se ha considerado tanto las que provienen de fuentes naturales como las que provienen de fuentes antropicas tomando como referencia los datos suministrados por INETER.

Tabla34: Acciones y tareas según la característica del riesgo

Característica del accidente	Acción	Responsable
Derrame de aceites y lubricantes	Utilización de material absorbente para contener el derrame Aviso al supervisor ambiental Delimitación del área afectada Limpieza y/o remoción de la cobertura vegetal del suelo afectado	Contratista, supervisor ambiental
Incendio	Llamar a los bomberos Cortar del suministro de electricidad y gas Circunscribir el área del incendio para evitar su propagación Extinguir el incendio en la medida de las posibilidades Evacuación del sitio a personas, si el incendio persiste	Contratista, dueño de la obra, supervisor ambiental, Cuerpo de bomberos
Caída o rotura de una pieza del aerogenerador	Corte del suministro de electricidad Asegurar la seguridad de vehículos y personas comprometidas Señalizar el lugar	Contratista, dueño de la obra, supervisor ambiental
Amenaza sísmica	Corte del suministro de electricidad Evacuación del sitio de la instalación eólica para la seguridad de las personas	Contratista, dueño de la obra, supervisor ambiental
Riesgo volcánico, Huracanes, Tsunami	Corte del suministro de electricidad Evacuación del sitio de mayor peligro	Contratista, dueño de la obra, supervisor ambiental

PASO9. PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL

El propósito del plan de manejo ambiental es el de monitorear y dar seguimiento a las acciones de mitigación, corrección y compensación de los impactos que el proyecto ocasiona sobre la naturaleza, cumpliendo de esta forma con las normas establecidas por el MARENA en lo referente a la protección y conservación de medio ambiente para un desarrollo sostenible. Este plan de seguimiento pretende minimizar los efectos ambientales asociados con el micro central eólico en tierras agrícolas, ganaderas, en correlación con sus habitantes naturales, flora, fauna, medio humano, promoviendo la seguridad y la protección de la integridad física y psicológica de las personas asociadas a estas actividades.

Tabla35. Plan de Monitoreo Ambiental del sistema micro eólico

Componente	Puntos de muestreo	de Acción	Frecuencia	Método
Aire	En un radio de 100 ms del aerogenerador	Mediciones acústicas	Mensual	Normativa vigente
Ruido				Resolución ministerial No
Emisiones de partículas contaminantes	Área del proyecto	Seguimiento a las acciones de regado	Diarios, 3 veces por día	Inspección visual , check list
Suelo	Área de la instalación	Seguimiento a las tareas de restauración de flora	Mensual	Inspección visual, check list
Agua	A cinco metros de la orilla	Control de drenajes naturales, mantener los niveles de drenaje naturales	Anual	Standard Methods 2000
Avifauna	Área del Aerogenerador	Seguimiento a las poblaciones silvestres que habitan en la zona especialmente a las que están en peligro de colisión por las aspas del aerogenerador como aves y murciélagos	Mensual durante la época de migración de las aves	Observación visual con binoculares Supervisión periódica a pie o en vehículo
Flora	Toda el área afectada	Seguimiento a las tareas de restauración de flora	Mensual	Normativas municipales
Paisaje	Área total del proyecto	Seguimiento a las tareas de barrera visual utilizando arboles nativos	Mensual	Observación visual
Medio Socioeconómico	Área de la instalación	Seguimiento al cuidado y conservación de la instalación	Diaria, Semanal,	Guía de Mantenimiento del equipo aerogenerador
Seguridad de la instalación	del aerogenerador	Control del correcto manejo de los residuos	Mensual	Normativa Municipal
Manejo de Residuos	Área total del proyecto		Diaria, Semanal	

PASO10. CONCLUSIONES

En la fase de construcción del proyecto se impactará negativamente la calidad de algunos factores ambientales. Sin embargo, la utilización de medidas de mitigación y la aplicación de los planes ambientales, se logrará hacer factible el proyecto desde el punto de vista ambiental. Algunas medidas de mitigación ayudaran a disminuir la intensidad del impacto, no los anularan totalmente, ya que siempre se mantendrá el riesgo de que ocurran, máxime si no se cumple con todas las medidas de mitigación establecidas.

Por otra parte, la actividad de construcción tendrá un impacto directo sobre la economía de la región, con un efecto multiplicador de los más altos en la macroeconomía, generando empleos directos, empleos indirectos, actividades inducidas e incremento en el valor de tierra.

Por lo anterior se justifica que el proyecto es viable ambientalmente ya que no se encontraron impactos críticos y el porcentaje de impactos severos resultó pequeño y además se podrán corregir y/o compensar con las medidas de mitigación y el plan de manejo ambiental.

PASO11. Bibliografía

Aerogeneradores Domésticos (s.f.). Repowering Solutions. Recuperado de: <http://www.repoweringsolutions.com>.

Conesa, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (3ra ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Fiallos & Asociados (2007). *Estudio de Impacto Ambiental Línea de Transmisión Parque Eólico Amayo*. Managua, Nicaragua.

Fiallos & Asociados (2011). *Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Eolonica Wind Power*. Managua, Nicaragua.

Ley, D. (2009). *Identificación de un Proyecto de Electrificación Rural Descentralizado en Nicaragua*. Proyecto: Apoyo a la Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica. Managua, Nicaragua: Organización Latinoamericana de Energía (Olade); Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), Universidad de Calgary.

Marena (2001). *Evaluación de Impacto Ambiental en Nicaragua*. Primer Taller. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Marena), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Gobierno de Holanda, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Managua, Nicaragua.

Marena, (2013). *Guía para la elaboración de los programas de gestión ambiental para proyectos categoría III*. Nicaragua: Ministerio del ambiente y los recursos naturales, Marena.

Zolotoff, J., Morales, S., Gutiérrez, M. & Torres, M. (2006). *Áreas Importantes para las aves en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Fundación Cocibolca.

Sitios Web Visitados:

<http://www.marena.gov.ni>
<http://www.enatrel.gob.ni>
<http://www.bergey.com>
<http://www.ineter.gob.ni>
<http://www.inifom.gob.ni>
<http://www.intur.com.ni>

PASO12. Anexos

Anexo IX. Datos del fabricante de Equipo Micro Eólico marca Bergey 1Kw

Anexo X. Costos del aerogenerador micro eólico

Anexo XI. Matriz de Importancia

Anexo XII. Matriz de Cuantificación de la Importancia

PASO13. Nombre, firma y calificación de todos los miembros del equipo multidisciplinario.

Msc Napoleón Blanco _____
Ing. Julio Canales. _____
Msc Milton Barbosa. _____
Msc Benjamín Rosales _____

Comité Evaluador Facultad de Electrotecnia y Computación (UNI)

El presente Estudio de Impacto Ambiental es únicamente a manera de ejemplo práctico de la tesis monográfica:

Guía Metodológica para el Estudio del Impacto Ambiental producido por pequeñas plantas eólicas de aplicación rural.

5.9 Conclusiones

En el presente documento se ha abordado todos los puntos clave que podrán servir como una guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural. Tomando en consideración todos los aspectos ambientales que pueden influir directa e indirectamente en el proyecto para predecir, valorar, corregir y comunicar el efecto del proyecto sobre el medio ambiente.

Se incluyó en este capítulo un ejemplo práctico de la guía metodológica para el estudio del impacto ambiental producido por pequeñas plantas eólicas de aplicación rural de hasta 15 Kw. El proyecto consistió en la realización del estudio de impacto ambiental de un sistema micro eólico de 1Kw, en un sitio rural aislado de la red, para abastecimiento de una finca que se dedica a la agricultura y ganadería. La finca Los Martínez del Municipio de Condega, departamento de Estelí.

La metodología que se utilizó para la evaluación del impacto ambiental consistió en la Metodología de Conesa Simplificada, iniciamos con las listas de chequeo, se construyó la matriz de impactos y se realizó la valoración cualitativa del impacto ambiental siguiendo los diferentes criterios de valoración como son carácter, riesgo de ocurrencia, extensión, duración, desarrollo, reversibilidad, intensidad, grado de perturbación y el valor ambiental. Obteniendo como resultado de todos estos análisis que el proyecto es viable ambientalmente y que

Seguidamente se realizó el estudio de las medidas de mitigación con el propósito de que las acciones humanas demuestren anticipadamente la viabilidad ambiental y acceder con facilidad al cumplimiento de los procedimientos establecidos de acuerdo a la normativa existente en las municipalidades. Se incluyó el análisis de riesgos para orientar al proyectista a responder con acciones definidas en casos de emergencias ya sea por causas naturales, (amenaza sísmica, riesgo volcánico, inundaciones, huracanes, tsunamis), como por errores humanos (incendios, accidentes de tránsito, accidentes laborales, desprendimientos de partes del aerogenerador). Se concluyó con el plan de manejo ambiental.

Se concluye este capítulo con el plan de monitoreo y control ambiental en el cual se han establecido medidas de control claras de forma tal que, para cada componente ambiental, (aire, agua, suelo, avifauna, flora, paisaje, medio socioeconómico), corresponda el punto de muestreo y las acciones definiendo la frecuencia de la medida y la persona encargada de la correcta ejecución del plan para asegurar que este plan sea cumplido plenamente de acuerdo con la normativa municipal y con la ley del medio ambiente y los recursos naturales.

CONCLUSIONES DE LA MONOGRAFIA

En el presente documento hemos abordado todos los aspectos claves que podrán servir como una guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de pequeñas plantas eólicas de aplicación rural. Tomando en consideración todos los aspectos ambientales que pueden influir directa e indirectamente en el proyecto para predecir, valorar, corregir y comunicar el efecto del proyecto sobre el medio ambiente.

Se han descrito los problemas ambientales que hoy en día afectan a todos los ecosistemas: el constante deterioro de la capa de ozono, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación, el agotamiento de los recursos, todos ellos provocados directa e indirectamente por el desarrollo humano. La utilización de sistemas mini eólicos a pesar que constituyen una fuente renovable presenta impactos ambientales, (aunque en menor escala que los sistemas convencionales), entre estos impactos tenemos: Impacto visual, Ruido, Interferencia electromagnética, colisiones de aves.

Ha sido detallada la tecnología utilizada por los sistemas micro eólicos de aplicación rural, para fundamentar la adecuada elección del aerogenerador. Un aspecto clave de la tecnología del micro aerogeneradores es la turbina eólica con sus palas que toman parte de la potencia del flujo de aire y la convierten en potencia mecánica para luego convertirla en energía eléctrica por medio del generador eléctrico.

Se describieron las metodologías más usuales para fundamentar la selección adecuada de la metodología que se utilizó en la presente guía metodológica. Para la descripción, documentación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó la metodología de Vicente Conesa Simplificada. Después de haber realizado se realizó un análisis comparativo de las metodologías más usuales, tomando en consideración los aspectos relacionados con la valoración de impactos: los criterios de valoración, índices ambientales, funciones de transformación y la magnitud del impacto que resulta de la evaluación de su importancia así como la facilidad de su aplicación y su economía.

Se realizó el análisis del marco legal regulatorio para proyectos de electrificación rural utilizando fuentes renovables, encontrando que hace falta un desarrollo sostenible involucrando a todas las partes afectadas para la correcta regulación referente a este tipo de proyectos. Los vacíos que han existido en la legislación actual es que no se han considerado criterios de estudio que afectan verdaderamente el ambiente solo son abordados de una manera demasiado general por ejemplo, las colisiones aves rapaces que puedan circundar el área, además no existe en nuestro país una guía específica para la elaboración de estudio de impactos en este tipo de instalaciones eléctricas, de manera que cada consultor en la actualidad decide lo que va a incluir en los estudios de impacto, obviando aspectos importantes, que los estudios de impactos en otros países consideran por ejemplo (en España).

Se presentó el procedimiento metodológico para documentar y evaluar los problemas ambientales producidos por pequeñas planta eólicas de aplicación rural. Se planteó la guía metodológica como una serie de pasos a seguir por el proyectista, estos pasos corresponden a los requisitos que el Marena exige para extender el permiso ambiental para la ejecución de los proyectos, obras o actividades. Se incluyó en este capítulo un ejemplo práctico de la guía metodológica para el estudio del impacto ambiental producido por pequeñas plantas eólicas de aplicación rural de hasta 15 Kw. El proyecto consistió en la realización del estudio de impacto ambiental de un sistema micro eólico de 1Kw, en un sitio rural aislado de la red, para abastecimiento de una finca que se dedica a la agricultura y ganadería. La finca Los Martínez del Municipio de Condega, departamento de Estelí.

Las medidas de mitigación fueron establecidas tomando en consideración los impactos más significativos. Se consideraron los análisis de riesgos tanto para fenómenos naturales como antropicos y en el plan de monitoreo y control ambiental, se establecieron medidas de control claras para asegurar que este plan sea ejecutado plenamente cumpliendo con la normativa municipal y con la ley del medio ambiente y los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

Es necesario que el gobierno, junto con los ministerios: Marena, Mined, Minsa, Mitrab; fomenten la educación ambiental a nivel nacional y regional en las escuelas, colegios, universidades, centros de trabajo aún en los hogares para incentivar en la población una cultura de protección y conservación de las especies vegetales y animales, en el manejo adecuado de los desechos y en la utilización de productos que no dañen el medio ambiente.

El gobierno junto con ENATREL, EL MEM Y EL INE deben incentivar el uso de la tecnología eólica a pequeña escala ya que hasta la fecha la energía eólica está siendo utilizada solo a gran escala, de esta manera la brecha de consumo de energía eléctrica a través de combustibles fósiles en relación a consumo de energía eléctrica a través de fuentes renovables se acortaría, y va a un desarrollo social y económico sobre todo de la población rural.

Es necesario que el INE, ENATREL y el MEM trabajen en la elaboración de una Norma Técnica para el uso y aprovechamiento de la energía eólica tanto a pequeña escala como a gran escala para regular con claridad y transparencia el uso de esta fuente, para asegurar que los sistemas eólicos que importen al país cumplan con las normativas eléctricas, mecánicas, de instalación y de construcción de los aerogeradores, como por ejemplo, deben de cumplir con las especificaciones de temperatura, tipo de suelos y el clima de nuestro país.

El gobierno junto a INE, ENATREL, MEM, MARENA, UNIVERSIDADES y Consultores deben realizar foros para la revisión y modificación del sistema de evaluación ambiental contenida en el decreto 76-2006 para que los proyectos “pequeños” sean incluidos y obligados a realizar estudios de impacto ambiental, definiendo motores de directriz claros y específicos para su correcta evaluación. Debido a que actualmente solo mega proyectos o los de grandes industrias están siendo contemplados en la legislación. Aquí entrarían los proyectos eólicos diferenciados por tipo de escala de potencia.

BIBLIOGRAFIA

Aerogeneradores Domésticos (s.f.). Repowering Solutions. Recuperado de: <http://www.repoweringsolutions.com>.

Álvarez, C. (2006). *Energía Eólica. Manual de Energías Renovables 3*. Madrid, España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

Arboleda J., 2008. *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades*. Medellín, Colombia: El autor.

Arribas, L. (2011). *Jornada sobre Auto Consumo Distribuido. Soluciones Técnicas de Autoconsumo Mini Eólica*. España: Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Bendaña, G. (2004). *Energía para el Desarrollo Rural Sostenible*. Managua, Nicaragua: Universidad Centroamericana (UCA).

Brusa, A. & Guamone, E. (2006.) *Instalaciones Micro Eólicas*. Proyecto Res & Rue Disemination. Programa Altener. España: Confederación de Consumidores y Usuarios (CECU), European Comission DG Tren.

Crespo, A. Migoya, E., & Gómez, R. (2002). España: *Energía Eólica, Anexo IX* Informe COTEC sobre Fuentes de Energía. España. Recuperado de: http://www.aiim.es/publicaciones/bol10/13_Antonio_Crespo.pdf

Canter, L. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España, s.a.

Comisión Nacional de Energía (s.f.). *Energías Renovables*. Recuperado de: <http://www.ine.gob.ni>.

Conesa, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (3ra ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

(Cornide J., Pou M., Solé L. y Suari L., 2008). *Proyecto Eco turístico Integrado en la Reserva Natural Tisey, La Estanzuela*. Estelí, Nicaragua: Natoura SL. Universidad Autónoma de Barcelona-Centro Universitario Región del Norte.

De Santos M. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Valle Hermoso*. Argentina: Eólica Valle Hermoso, s.a.

Duinen L., Nengenman, M. (2012). *Initial Diagnostic of Renewable Energy Potential and Viability in Estelí*. Estelí, Nicaragua: Delf University of Tecnology & Casa del Tercer Mundo.

Energía Renovable en Nicaragua (2011). Proyecto de Investigativo, Cámara de Industria y Comercio Italo Nicaragüense (CCIN). Managua, Nicaragua.

Energy, L. (2007). *Manual Práctico de la Energía Eólica*. Manual Práctico de la Evaluación de una Instalación de Energía Eólica a Pequeña Escala. Walter

Hulshorst, Econ Internacional. Con la colaboración de Víctor Criado. Universidad Politécnica de Madrid. España: Recuperado de: <http://leonardo-energy.org/es>

Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico 10Mw Sierra de los Caracoles (2008). Maldonado. Uruguay: Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas.

Espinoza G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago, Chile: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED).

Farinas, D. (2011). *Propuesta de Normativa de Generación Eléctrica Distribuida para Nicaragua*. Recuperado de: <http://prezi.com/hssrm-af8cdf/propuesta-de-normativa-de-generacion-distribuida-para-nicaragua/>

Fiallos & Asociados (2007). *Estudio de Impacto Ambiental Línea de Transmisión Parque Eólico Amayo*. Managua, Nicaragua.

Fiallos & Asociados (2011). *Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Eolonica Wind Power*. Managua, Nicaragua.

Forte, F. (2012). *Tecnologías de Generación y Autoconsumo*. Asociación de Productores de Energía Renovable, (APPA). Madrid, España.

Frers, C. (2006). *El DDT y los Problemas Sobre el Ambiente y los Seres Humanos*. Recuperado de: <http://www.estrucplan.com.ar>.

Garmendia, S., Salvador, A., Sánchez, C. & Garmendia, L. (2006). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.

Gómez, D. (2003). *Evaluación de Impacto Ambiental* (2da ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Gómez, D. (1984). *Metodología General para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Curso sobre evaluación de impacto ambiental. Dirección General de Medio Ambiente. Madrid, España: MOPU.

Guía Ambiental del Inversionista (2007). Managua, Nicaragua: Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Marena), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Programa Pro ambiental, Dinamarca.

Guía de Estudios de Impacto Ambiental para las Actividades Eléctricas (1990). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Dirección de Asuntos Ambientales.

Marena, (2013). *Guía para la elaboración de los programas de gestión ambiental para proyectos categoría III*. Nicaragua: Ministerio del ambiente y los recursos naturales, Marena.

Guía para la Pre Inversión de Proyectos de Electrificación Rural (s.f.). Nicaragua: Sistema Nacional de Inversiones Públicas.

Grupo Soluziona & Empresa Propietaria de la Red (2007). *Estudio de Impacto Ambiental Línea de Transmisión Eléctrica 230KV*. Proyecto SIEPAC, Tramo Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Hodgson, G. (1978). *Fundamentos de la Geología relativo a Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Editorial Universitaria.

Incer, J. (2011). *Geografía Dinámica de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: HISPAMER, S.A.

Instalaciones Eólicas (s.f.). *Guía Técnica de Aplicación para Instalaciones de Energías Renovables*. Gobierno de las Canarias.

Isolux Corsan (2009). *Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Loma Blanca*. Chubut, Argentina: Recuperado de: <http://www.Ecotecnica.com.ar>.

Lacayo, E. (s.f.) Problemas Ambientales en Nicaragua, Nicaragua: Programa Medio Ambiente y Desarrollo. Recuperado de: <http://aulaweb.uca.edu.ni/blogs/edlacayo/medio-ambiente/>.

Ley, D. (2009). *Identificación de un Proyecto de Electrificación Rural Descentralizado en Nicaragua*. Proyecto: Apoyo a la Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica. Managua, Nicaragua: Organización Latinoamericana de Energía (Olade); Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), Universidad de Calgary.

Marena (2001). *Evaluación de Impacto Ambiental en Nicaragua*. Primer Taller. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Marena), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Gobierno de Holanda, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Managua, Nicaragua.

Miñones, E. (2006). *Marco de Evaluación de Impactos Ambientales para Proyectos de Electrificación Rural*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.

Moragues, J. & Rapallini, A. (2003). *Energía Eólica*. Argentina: Instituto Argentino de la Energía General Mosconi.

Moreno, C. (2006). *Energía Eólica, Selección de Artículos*. La Habana, Cuba: Ediciones Cuba Solar.

O`Rayan, R. & Canales, C. (2012). *Proyecto Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables*. Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Objetivos de la Electrificación Rural (s.f.). Ministerio de Energía y Minas, Managua, Nicaragua.

Panpagras, (2010). *Guía para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Proyecto ARECA.

Pautas Metodológicas de Evaluación y Gestión Ambiental (1996). Ministerio de Economía y Desarrollo, Dirección General de Inversiones Públicas, Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Managua, Nicaragua.

Sánchez, S. (2001). *Diagnostico Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica*. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Comisión Centroamericana de Desarrollo (CCAD), Gobierno de Holanda, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Marena). Managua, Nicaragua.

Sanz C., (1991). *Evaluación y corrección de impactos ambientales*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.

Sistema de Evaluación Ambiental (2006). Normas Jurídicas de Nicaragua, Decreto 76-2006 Gaceta N°248. Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua.

Unidad de Gestión Ambiental MTI (2011). *Valoración Ambiental Social del Proyecto Mejoramiento del Camino Granada-Malacatoya (10.0KM)*. Nicaragua: MTI, Unidad de Gestión Ambiental.

Villalobos, L (2006). *Ecología y Medio Ambiente*, Universidad Nacional Agraria (UNA) Managua, Nicaragua: Editado en la Facultad de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Departamento de Manejo de Bosques y Ecosistema.

Villamil, M (2009). *Como Preparar una Bibliografía según el Manual de Estilo APA*. Puerto Rico: Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recinto de Bayamón.

Zolotoff, J., Morales, S., Gutiérrez, M. & Torres, M. (2006). *Áreas Importantes para las aves en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Fundación Cocibolca.

Sitios Web Visitados:

<http://www.marena.gov.ni>

<http://www.folkecenter.net>

<http://www.ine.gob.ni>

<http://www.awea.org>

<http://www.mem.gob.ni>

<http://www.blueenergy.com>

<http://www.enatrel.gob.ni>

<http://www.bergey.com>

<http://www.ineter.gob.ni>

<http://www.bornay.com>

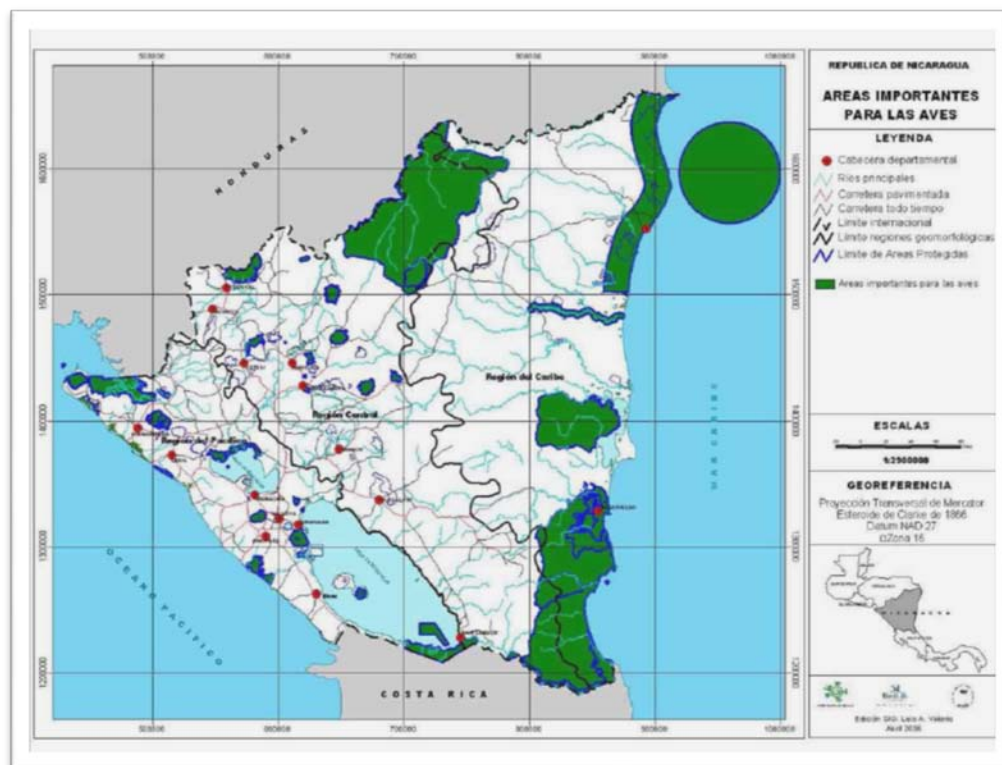
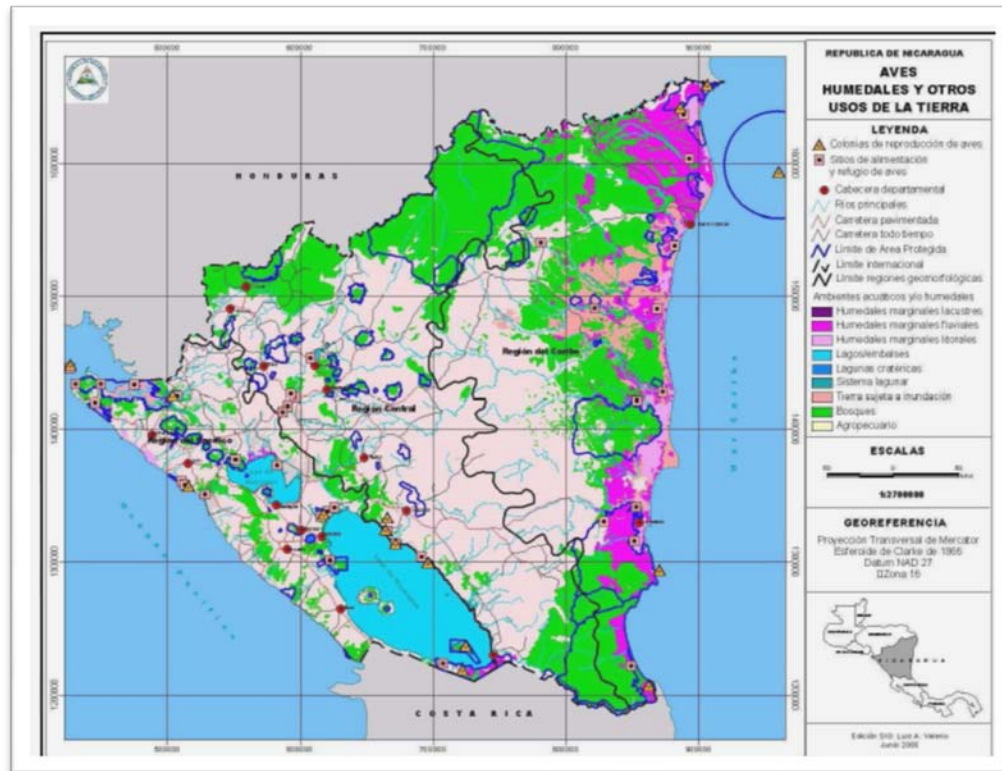
<http://www.renovables-energia.com>

ANEXOS

ANEXO I Resumen de los principales acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (AMUMA)

AÑO	ACUERDO	COMPROMISO
BIODIVERSIDAD		
1992	Convenio Diversidad Biológica (CDB) Firmado por 150 países en la Cumbre de la Tierra de Rio.	Relacionado con la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de sus beneficios
1973	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no representa una amenaza para su supervivencia
1971	Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de especies acuáticas (RAMSAR)	Sobre la conservación de los humedales su flora y su fauna (especialmente aves acuáticas) y sus funciones ecológicas fundamentales para regular los sistemas hidrológicos, de gran valor cultural, científico, económico y recreativo cuya pérdida seria irreparable.
CAMBIO CLIMATICO		
1998	Protocolo de Kyoto	Relativo a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI). A pesar de la urgencia del cambio climático ha sido difícil que algunos países responsables de importantes emisiones ratifiquen este protocolo.
1992	Convención Marco de Naciones Unidas Para el Cambio Climático	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero a un nivel que impida interferencias antropogenicas peligrosas en el sistema climático. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible
CALIDAD AMBIENTAL		
FIRMADO 2001 RATIFICADO 2006	Convenio de Estocolmo	Referido a los contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) e incluye 12 productos químicos: 9 son plaguicidas, 1 de uso industrial (Bifenilos Policlorados o PCB) y 2 no intencionales (dioxinas y furanos), los que se generan durante el proceso de distintas actividades.
Firmado 1983 Ratificado 2005	Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología	Se fundamenta en el enfoque preventivo de la Declaración de Rio (Principio 15: cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medioambiente).
1983 con ratificación de enmiendas 1999	Protocolo de Montreal	Relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono ha contribuido a disminuir o estabilizar la concentración atmosférica de muchas sustancias que destruyen la capa de ozono entre ellos los clorofluorcarbonados.
1993	Convenio de Viena	Referido a la protección de la capa de ozono.
1992	Convenio de Basilea	Los presidentes de Centroamérica han realizado un acuerdo regional sobre el manejo transfronterizo de desechos peligrosos y sustancias toxicas.
TIERRA Y BOSQUES		
1994	Convención Internacional de la Lucha contra la Desertificación y Sequia	La lucha contra la desertificación y sequia persigue la implementación de medidas de aprovechamiento integrado de las tierras en zonas áridas, semi áridas y sub húmedas secas para lograr su rehabilitación y detener las pérdidas de las propiedades físico, químicas, biológicas y económicas del suelo y las pérdidas de vegetación natural.

ANEXO II Sitios importantes para las aves en Nicaragua Fuente: Zolotoff, J., Morales, S.,
Gutiérrez, M. & Torres, M. (2006)



Polígonos centrales de áreas importantes para aves en Nicaragua.

Fuente: Revista Biodiversidad 2010.

NOMBRE	Longitud	Latitud	X_UTM-NAD27	Y_UTM-NAD27	Total (ha)	Total (km ²)
Apacunca	-86° 56' 51.360"	14° 18' 08.712"	504734.2	1401607.2	3341.7	33.4
Apante	-85° 53' 47.112"	10° 59' 13.056"	426331.5	1445669.5	1573.7	15.7
Archipiélago Solentiname	-84° 58' 23.304"	11° 33' 01.584"	833953.4	1307894.6	17455.5	174.6
Bahía de Bluefields*	-83° 50' 16.116"	12° 42' 06.336"	844462.5	1322834.4	110307.6	1103.1
Bosawas	-85° 00' 41.940"	11° 27' 05.688"	835771.3	1400831.8	774175.9	7741.8
Cayos Miskitos-marítimo	-82° 45' 56.088"	12° 25' 49.548"	622117.7	1450953.3	512795.4	5128.0
Cayos Miskitos-terrestre	-83° 18' 27.468"	12° 21' 02.844"	505685.0	1423029.1	335832.1	3358.3
Cerro Arenal	-85° 54' 44.172"	12° 56' 32.460"	561216.3	1378122.6	554.7	5.5
Cerro Datanlí - El Diablo	-85° 52' 24.240"	12° 27' 59.544"	632311.9	1430987.4	4279.0	42.8
Cerro Kilambé	-85° 42' 18.576"	11° 30' 36.252"	616531.0	1330891.4	12598.6	126.0
Cerro Musún	-85° 14' 12.948"	13° 16' 41.340"	575321.0	1523152.4	5663.2	56.6
Cerro Silva	-83° 56' 08.520"	11° 37' 05.052"	956793.3	1599116.8	291461.4	2914.6
Cerro Wawashan	-83° 54' 33.444"	12° 57' 57.060"	714574.3	1570995.7	224324.5	2243.2
Chocoyero El Brujo - Monti Belli	-86° 15' 03.600"	12° 41' 20.292"	578274.0	1461574.8	8127.8	81.3
Complejo Volcán San Cristóbal	-86°59'03.98"	12°41'20.26"	501690	1402653	17086.4	170.9
Cordillera Dipilto - Jalapa	-86° 18' 11.556"	11° 48' 55.620"	587977.8	1276887.5	31659.7	316.6
Delta del Estero Real	-87° 15' 02.268"	12° 53' 45.240"	613690.7	1309172.3	86821.4	868.2
Domitila	-85° 56' 30.192"	12° 02' 16.512"	859202.4	1274361.1	1915.0	19.2
El Doradito - El Rosario*	-85° 54' 31.752"	11° 04' 37.488"	783529.2	1215685.8	2256.4	22.6
El Guayabo	-85° 55' 46.020"	13° 14' 23.424"	824890.3	1231305.2	474.2	4.7
Esperanza Verde	-85° 46' 48.936"	11° 07' 28.488"	602585.0	1463762.6	26.7	0.3
Farallones Cosigüina*	-87° 40' 46.308"	13° 07' 23.880"	548478.1	1374105.4	573.2	5.7
Fortaleza La Inmaculada	-84° 24' 20.124"	10° 56' 29.652"	691226.5	1436733.1	3625.7	36.3
Humedales del Norte del Lago de Managua*	-86° 26' 12.048"	12° 59' 28.248"	857605.1	1211382.2	11952.0	119.5
Isla Bobby Cay*	-83° 42' 28.260"	11° 50' 29.868"	619731.9	1425792.3	649.2	6.5
Isla Juan Venado	-86° 56' 48.552"	12°18'55.08"	505783	1361336	4307.8	43.1
El Jaguar	-86° 03' 11.304"	12° 53' 57.120"	713608.0	1220852.4	120.3	1.2
Laguna de Tisma	-85° 58' 30.432"	11° 42' 59.832"	611531.9	1338086.6	2056.9	20.6
Los Guatuzos	-85° 02' 41.244"	13° 26' 01.176"	581540.2	1325970.9	43540.4	435.4
Macizo de Penas Blancas	-85° 39' 26.352"	12° 18' 55.116"	617924.8	1530494.8	11813.7	118.1
Miraflores	-86° 16' 39.252"	11° 59' 40.128"	834374.1	1487095.4	9323.3	93.2
Volcán Mombacho	-85° 57' 22.644"	13° 50' 33.432"	505782.9	1361336.1	13886.9	138.9
Prinzapolka - Alamikamba*	-83° 54' 44.928"	12° 40' 46.200"	898464.4	1584250.9	44573.7	445.7
Punta Gorda	-84° 03' 27.648"	13° 44' 08.664"	640090.0	1502152.9	60376.5	603.8
Río Escalante Chacocente	-86° 11' 35.412"	13° 46' 39.612"	645451.7	1468196.7	4732.5	47.3
Río San Juan	-83° 43' 44.004"	11° 26' 37.068"	721357.6	1232855.9	47075.1	470.8
Río San Juan - Indio Maíz	-84° 01' 33.708"	12° 55' 04.116"	617964.9	1436879.1	321256.2	3212.6
Saslaysa	-85° 05' 27.240"	13° 13' 14.844"	501689.8	1402653.2	27379.2	273.8
Sierra Kiragua	-85° 27' 36.576"	11° 02' 18.420"	472810.3	1425913.4	10663.1	106.6
Tecomapa*	-86° 16' 42.312"	12° 39' 16.344"	821066.6	1267470.2	11544.9	115.4
Volcán Casita	-86°57'23.04"	12°40'46.24"	504734	1401607	4532.2	45.3
Volcán Cosigüina	-87° 40' 13.512"	12° 52' 23.628"	557048.8	1365314.7	11946.4	119.5
Volcán El Chonco	-87°03'00.04"	12°42'06.34"	494570	1404068	943.5	9.4
Volcán Maderas	-85° 30' 24.444"	12° 06' 11.376"	615329.7	1295353.6	5097.6	51.0
Volcán Momotombo	-86° 28' 30.936"	13° 35' 07.440"	706435.6	1519224.3	248.3	2.5
Volcán Momotombo	-86° 33' 14.256"	12° 59' 46.356"	667057.5	1428460.2	6386.2	63.9

* Áreas sin ningún tipo de protección

ANEXO III Lista de Precios de aerogeneradores (Bergey)

BERGEY WINDPOWER CO.	Norman, OK, USA
----------------------	-----------------

Retail Price List

Effective 01-01-13 - All Prices are Subject to Change Without Notice.

Wind Turbines

Battery Charging Models

			Model No.	Price
1 kW	12 - 48 VDC	BWC Excel 1 turbine, includes MidNite Solar Classic 250 Charge Controller and MidNite Solar Turbine Control Box.	BWC XL-1	\$4,595
7.5 kW	48 VDC	BWC Excel-R turbine, includes VCS-10/48 Charge Controller and Step-Down Transformer.	BWC Excel-R/48	\$26,870
	120 VDC	BWC Excel-R turbine, includes VCS-10 Charge Controller.	BWC Excel-R/120	\$25,770
	240 VDC		BWC Excel-R/240	\$25,770

Grid-Intertie Models

			Model No.	Price
5 kW	240 VAC, 60 Hz	Single-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-5/60	\$21,995
	208 VAC, 60 Hz	Three-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-5/208V	\$21,995
	220 VAC, 50 Hz	Single-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-5/50	\$21,995
10 kW	240 VAC, 60 Hz	Single-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-10/60	\$31,770
	208 VAC, 60 Hz	Three-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-10/208V	\$31,770
	220 VAC, 50 Hz	Single-Phase, includes Powersync II Inverter	BWC Excel-10/50	\$31,770

Options

1 kW	60A Diversion Load, optional dump load	XL1/DL	\$416
	DC Power Center, (MiniDC by Midnite Solar, includes inverter breaker)	XL1/MDC	\$235
5 kW, 7.5 kW & 10 kW	Special Paint, complete turbine except tail boom (e.g., light gray)	SPS	\$690
	Black Blades, better performance under icing conditions	BLK	no charge
	Enhanced Turbine Corrosion Protection, now standard	N.A.	no charge
	DC Power Center, 9-circuit fused DC bus for all system inputs and outputs	VPC-9	\$850
	Cumulative Energy Production Meter with Base, for 10kW Excel-S	CEP	\$209
	Export Crating, for wind turbine (tail boom not crated)	Crate	\$975
	Transformer, for connecting 10kW to 480V or 208V service	Xfmr	request

Bergey Windpower Co., 2200 Industrial Blvd., Norman, OK 73069 Tel: 405-364-4212 Fax: 405-364-2078 E-Mail: sales@bergey.com

Towers

Standard Guyed-Lattice Towers

			Model No.	Price
5 kW, 7.5 kW & 10 kW	18m (60 ft)	Tower kits include Bergey galvanized 3m (10 ft) lattice type tower sections and associated hardware, guy anchors, guy wires and associated hardware, furling cable and furling winch mounting hardware, special tower grounding hardware, and ground rods. Tower wiring is not included.	XLG18	\$10,350
	24m (80 ft)		XLG24	\$11,525
	30m (100 ft)		XLG30	\$14,145
	37m (120 ft)		XLG37	\$17,965
	43m (140 ft)		XLG43	\$20,385
	49m (160 ft)		XLG49	\$23,995
	Safety Climb	Anti-fall system includes down-tower safety cable and cammed slider. Does not include climber's belt / harness.	XLGPK	request

Retail Price List

Effective 01-01-13 - All Prices are Subject to Change Without Notice.

Tilt-Up Guyed Towers

			Model No.	Price
1 kW	18m (60 ft)	Tower kits include 6m (10 ft) tubular tower sections and associated hardware, guy anchors, guy wires and associated hardware, and grounding rod hardware. Electrical wiring not included.	1TU18	\$2,165
	24m (80 ft)		1TU24	\$2,660
	30m (100 ft)		1TU30	\$3,130
	18m (60 ft)	Stainless steel version for corrosion protection for marine sites.	1TU18SS	\$3,000
	24m (80 ft)		1TU24SS	\$4,000
	30m (100 ft)		1TU30SS	\$4,800
	Raising Kit	Kit to manually lift XL 1 without power winch includes worm gear winch, cable, snatchblock, and attachment hardware.	1TRK	Discd.
5 kW, 7.5 kW & 10 kW	18m (60 ft)	Tower kits include Bergey galvanized 6m (10 ft) lattice type tower sections and associated hardware, guy anchors, guy wires and associated hardware, furling cable and furling winch mounting hardware, jack stand, special tower grounding hardware, and ground rods. Tower wiring is not included.	XLGT18	\$13,925
	24m (80 ft)		XLGT24	\$15,965
	30m (100 ft)		XLGT30	\$17,385
	GripHoist Kits	Kit to manually lift Excel tower without power winch includes GripHoist lifting device, GripHoist cable, snatchblock, and attachment hardware. The XLGHK-60/80 is for 60 ft. and 80 ft. towers, the -100 is required for 100 ft. towers.	XLGHK-60/80	\$3,385
			XLGHK-100	\$3,795
	Raising Kit	5:1 pulley block and cable set for raising tower with power winch (winch not included).	XLTRK	\$2,465

Self-Supporting Lattice Towers

			Model No.	Price
5 kW, 7.5 kW & 10 kW	18m (60 ft)	Tower kits include Rohn SSL galvanized 6m (20 ft) lattice type tower sections and associated hardware, anchor bolts, furling cable and furling winch mounting hardware, special tower grounding hardware, and ground rods. Safety-climb kits included. Tower wiring is not included.	XLSS18	\$10,750
	24m (80 ft)		XLSS24	\$13,225
	30m (100 ft)		XLSS30	\$16,795
	37m (120 ft)		XLSS37	\$21,145
	43m (140 ft)	NOTE: Some U.S. coastal areas now specify very high BC wind loads, which require a Heavy Duty version of the SSL tower. These towers cost \$500 - \$1,200 more. Please inquire.	XLSS43	\$26,965
	49m (160 ft)		XLSS49	\$35,802
	Safety Climb	Anti-fall system includes down-tower safety cable and cammed slider. Does not include climber's belt / harness.	XLSC	included

Monopole Towers

Monopole Towers			Model No.	Price
5 kW, 7.5 kW & 10 kW	18m (60 ft)	Monopole tower kits are available directly from American Resource & Energy (ARE) and include slip-jointed galvanized monopole sections, anchor bolt and template, climbing pegs, safety climbing equipment, furling cable, furling winch mount bracket, turbine attachment hardware, and grounding equipment kit. Furling winch and hardware supplied by Bergey. Motorized tilt-up monopole options also available through ARE.	ARE-XLMP18	\$12,705
	24m (80 ft)		ARE-XLMP24	\$16,440
	30m (100 ft)		ARE-XLMP30	\$20,426
	37m (120 ft)		ARE-XLMP37	\$29,006
To purchase monopole kits, contact ARE at 651-330-1263 or visit <u>www.arendtowers.com/Bergey</u>.				

Options

		Model No.	Price
	BWC Tower Analysis	Tower Analysis	\$450
	Rohn Tower Analysis	Tower Analysis	\$850
	*Non-standard engineering requirements and design work are subject to additional charges.		
	Enhanced Tower Corrosion Protection, for marine sites	XLECP	\$215
	Special Anchoring Schemes	SAS	Request
	Special Tower Adapters, for non-standard towers	Special	Request
	Tower Fabrication License, drawings, parts list	TFL	Request
	Export Crating, for tower hardware kit (tower sections not normally crated)	Crate	Request

ANEXO IV Ficha Técnica del Aerogenerador Bergey BWC XL1 1Kw



24 Volt DC Battery Charging,
120 Volt, 60 Hz AC (Optional)
230 Volt, 50 Hz AC (Optional)
(off-grid use only)



BWC XL.1

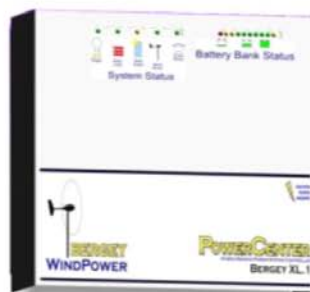
1 kW CLASS

WIND TURBINE

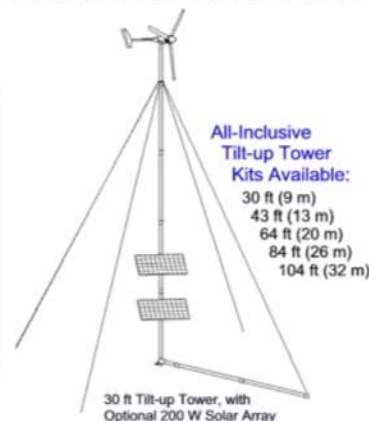
- 5 - YEAR WARRANTY
- MAINTENANCE FREE DESIGN
- NEARLY SILENT OPERATION
- EXCELLENT LOW WIND PERFORMANCE
- AUTO FURL. AUTOMATIC STORM PROTECTION
- STATE-OF-THE-ART AIRFOIL (PAT. PENDING)
- DIRECT-DRIVE NEODYMIUM PM ALTERNATOR
- POWERCENTER MULTI-FUNCTION CONTROLLER
- BATTERY-FRIENDLY OPTIC CHARGE REGULATION
- OPTIONAL INTEGRATED 500 W SINE INVERTER
- COMPLETE TUBULAR TILT-UP TOWERS AVAILABLE
- COMPLETE "PLUG AND PLAY" SYSTEMS AVAILABLE

The Bergey XL.1 is the most technically advanced small wind turbine ever. It comes from the world's leading manufacturer of small wind turbines and is backed by a full 5-year warranty. The XL.1 wind turbine is designed for high reliability, low maintenance, and automatic operation in adverse weather conditions. And the XL.1's "all-in-one" PowerCenter provides complete hybrid system integration, including an optional on-board sine wave inverter. Owner installations are a snap with Tilt-up Tower options from 30 - 104 ft.

Easy to install, extremely reliable, and a solid value, the Bergey XL.1 is the clear choice for your home energy system.



BWC XL.1 PowerCenter Controller



All-Inclusive
Tilt-up Tower
Kits Available:
30 ft (9 m)
43 ft (13 m)
64 ft (20 m)
84 ft (26 m)
104 ft (32 m)

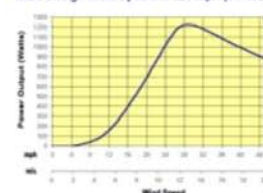
30 ft Tilt-up Tower, with
Optional 200 W Solar Array

THE ONLY MOVING PARTS ARE THE PARTS YOU SEE MOVING



Performance

Start-up Wind Speed ... 6.7 mph (3 m/s)
Cut-in Wind Speed ... 5.6 mph (2.5 m/s)
Rated Power ... 1,000 Watts
Rated Rotor Speed ... 24.6 mph (11 m/s)
Rated Rotor Speed ... 490 RPM
Furling Wind Speed ... 29 mph (13 m/s)
Max. Design Wind Speed ... 120 mph (54 m/s)



Predicted Energy Production

Wind Speeds Taken at Top of Tower

Annual Average Wind Speed (mph)	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
Daily	7.8	8.9	10.1	11.2	12.3	13.4	14.5
Monthly	1.9	2.8	3.9	5.1	6.4	7.7	8.9
Annually	680	1,010	1,410	1,950	2,320	2,790	3,260

Wind Speeds Taken at 10 meters (per standard wind resource maps)

US DOE Wind Power Class	1	2	3	4	5	6	7
Annual Average Wind Speed (mph)	8.9	10.7	12.1	13.8	15.3	16.8	18.8
Daily	2.6	4.3	5.8	6.8	7.8	9.1	12.7
Monthly	80	130	175	205	240	275	385
Annually	2,400	3,900	5,250	6,150	7,200	8,250	11,550

Assumptions: Inland site, Rayleigh Wind Distribution, Shear Exponent = 0.20, Altitude = 1000 ft (300 m).

Note: Battery charge regulation (batteries full) and wire run losses will reduce actual XL.1 performance.

Your Performance May Vary.

Dealer:



SIMPLICITY • RELIABILITY • PERFORMANCE

2001 PRIESTLEY AVE.
NORMAN, OK 73069
T: 405-364-4212
F: 405-364-2078
SALES@BERGEY.COM
www.bergey.com

ANEXO V Listado de Áreas Protegidas de Nicaragua (SINIA-MARENA, 2003)

CATEGORIA	NOMBRE	HAS.
Reserva natural	Alamikamba	2,100
Reserva genética	Apacunca	1,400
Monumento nacional	Archipelago Solentiname	18,930
Reserva natural	Archipelago Zapatera	5,227
Reserva de Biosfera	Bosawas (zona nucleo)	730,000
Reserva natural	Cabo Viejo/Tala Sulamas	37,200
Reserva Biologica	Cayos Miskitos	50,000
Reserva natural	Cerro Apante	1,230
Reserva natural	Cerro Arenal	575
Reserva natural	Cerro Banacruz	271,000
Reserva natural	Cerro Cola Blanca	10,500
Reserva natural	Cerro Cumaica, Cerro Alegre	5,000
Reserva natural	Cerro Datanli El Diablo	2,216
Reserva natural	Cerro Guabule	1,100
Reserva natural	Cerro Kilambë	12,600
Reserva natural	Cerro Kuskawas	4,760
Reserva natural	Cerro Mombachito, La Vieja	940
Reserva natural	Cerro Musun	4,142
Reserva natural	Cerro Pancasan	330
Reserva natural	Cerro Quiabuc Las Brisas	3,630
Reserva natural	Cerro Saslaya	15,000
Reserva natural	Cerro Silva	339,400
Reserva natural	Cerro Tisey Estanzuela	6,400
Reserva natural	Cerro Tomabú	850
Reserva natural	Cerro Wawashang	231,500
Refugio natural	Cerro Chacocente	4,800
Reserva natural	Chocoyero El Brujo	184
Reserva natural	Complejo Volcan Mombacho	8,500
Reserva natural	Cordillera Dipilto y Jalapa	42,200
Reserva natural	Estero Padre Ramos	8,800
Reserva natural	Estero Real	55,000
Reserva natural	Dila Cerro Fria La Cumplida	1,761
Reserva natural	Fila Masigue	4,580
Monumento historico	Fortaleza La Inmaculada	375
Reserva Biologica	Indio-Maiz	263,980
Reserva natural	Isla Juan Venado	4,600
Reserva natural	Kligna	1,000
Refugio de Vida Silvestre	La Flor	4,800
Reserva natural	Laguna Bismuna Raya	11,800
Reserva natural	Laguna de Apoyo	3,500
Reserva natural	Laguna de Asososca	140

CATEGORIA	NOMBRE	HAS.
Reserva natural	Laguna de Mecatepe	1,200
Reserva natural	Laguna de Nejapa	220
Reserva natural	Laguna de Tiscapa	40
Reserva natural	Laguna de Tisma	10,295
Reserva natural	Laguna Kukalaya	3,500
Reserva natural	Laguna Layasika	1,800
Reserva natural	Laguna Pahara	10,200
Reserva natural	Laguna Yulu Karata	25,300
Reserva natural	Limbaika	1,800
Reserva natural	Llanos de Karawala	2,000
Refugio de Vida Silvestre	Los Guatuzos	43,750
Reserva natural	Macizos de Peñas Blancas	11,600
Reserva natural	Makantaka	2,000
Reserva natural	Mesas de Moropontente	7,500
Reserva natural	Miraflor	5,674
Reserva natural	Peninsula de Chiltepe	1,800
Reserva natural	Punta Gorda	54,900
Zona de Amortiguamiento	Reserva de Biosfera Bosawas	1,186,000
Refugio de Vida Silvestre	Rio San Juan	43,000
Reserva natural	Rio de Manares	1,100
Reserva natural	Salto Rio Yasika	445
Reserva natural	Sierra Amerrisque	12,073
Reserva natural	Sierra Quirragua	8,087
Reserva natural	Tepesomoto/Pataste	8,700
Monumento Nacional	Víctimas Huracan Mitch	
Reserva natural	Volcan Concepcion	2,200
Reserva natural	Volcan Cosiguina	12,420
Reserva natural	Volcan Maderas	4,100
Reserva natural	Volcan Masaya	5,100
Reserva natural	Volcan Mombacho	2,487
Reserva natural	Volcan Pilas El Hoyo	7,422
Reserva natural	Volcan San Cristobal, Casita	17,950
Reserva natural	Volcan Telica, Rota	9,088
Reserva natural	Volcan Yali	3,500
Reserva genetica	Yucul	4,826
Reserva natural	Yulu	1,000

ANEXO VI Muestra del Formulario Ambiental

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES FORMULARIO DE SOLICITUD PARA AUTORIZACION AMBIENTAL DELEGACION TERRITORIAL DE: _____

I	DATOS GENERALES		(1) No. EXPEDIENTE
2	Nombre Proyecto :		
3	Solicitante : Número de cédula :		
4	Representante de la personería jurídica: Número de cédula : No. RUC:		
5	Dirección para notificaciones: Departamento : Municipio: Comarca:		
6	Teléfono	Fax	Celular
7	e-mail		Dirección postal
II	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO		
8	Sector económico: Agricultura <input type="checkbox"/> Pesca <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Comercio Turismo <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Forestal <input type="checkbox"/> Servicios Sociales <input type="checkbox"/> Otras actividades <input type="checkbox"/>		
9	Tipo de proyecto: Nuevo <input type="checkbox"/> Ampliación <input type="checkbox"/> Rehabilitación <input type="checkbox"/> Reversión <input type="checkbox"/>		
	1. <input type="checkbox"/> Explotación de Bancos de material de préstamo y Proyectos de exploración y explotación de minería no metálica con un volumen de extracción inferior a cuarenta mil kilogramos por día (40000 kg/día). En el caso de minerales que poseen baja densidad la unidad de medida será cuarenta metros cúbicos (40 m3). 2. <input type="checkbox"/> Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías sub-urbanas preexistentes, medido en una longitud continua de menos de diez kilómetros (10 km) y nuevas vías intermunicipales. 3. <input type="checkbox"/> Nuevas construcciones de Muelles y Espigones, que incorporen dragados menores de un mil metros cuadrados (1000 m2) o que no impliquen dragados. 4. <input type="checkbox"/> Reparación de muelles y espigones. 5. <input type="checkbox"/> Marinas recreativas o deportivas no incluidas en la categoría II. 6. <input type="checkbox"/> Aeródromos no incluidos en la categoría II. 7. <input type="checkbox"/> Dragados de mantenimiento de vías navegables. 8. <input type="checkbox"/> Antenas de comunicación. 9. <input type="checkbox"/> Uso de manglares, humedales y otros recursos asociados. 10. <input type="checkbox"/> Hoteles y complejos de hoteles entre cincuenta (50) y cien (100) habitaciones o desarrollos habitacionales dentro de instalaciones turísticas entre cincuenta (50) y cien (100) viviendas u Hoteles y complejos de hoteles hasta de cincuenta (50) habitaciones que lleven integrados actividades turísticas tales como, campos de golf, áreas de campamento o excursión, ciclo vías, turismo de playa y actividades marítimas y lacustre. 11. <input type="checkbox"/> Hoteles y desarrollo turístico con capacidad menor a 30 habitaciones en zonas ambientalmente frágiles. 12. <input type="checkbox"/> Proyectos eco turístico. 13. <input type="checkbox"/> Desarrollo habitacionales de interés social. 14. <input type="checkbox"/> Desarrollo urbano entre veinte (20) y cien (100) viviendas.		

15. ☐ Oleoductos y gasoductos de cualquier diámetro que con longitudes iguales menores de cinco kilómetros (5 km) de longitud y ampliación y rehabilitación de oleoductos y gasoductos.
16. ☐ Otros conductos (excepto agua potable y aguas residuales) que atraviesen áreas ambientalmente frágiles.
17. ☐ Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal entre 150 y 750 m³/día.
18. ☐ Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal inferior a los 200 m³/día, siempre y cuando el efluente no contenga sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
19. ☐ Generación de energía eléctrica:
 - 19.1 ☐ Hidroeléctrica inferior a 10 MW
 - 19.2 ☐ Eólica
 - 19.3 ☐ A partir de biomasa menores de 10 MW
20. ☐ Líneas de distribución eléctrica de la red nacional entre 13.8 y 69 KW.
21. ☐ Presas menores de cien hectáreas (100 ha), micro-presas y reservorios.
22. ☐ Proyectos de captación y conducción de aguas pluviales para cuencas cuyas superficies sean entre 10 y 20 km².
23. ☐ Canales de trasvases cuyo caudal sea entre 50 y 150 m³/seg.
24. ☐ Trapiches.
25. ☐ Tenerías artesanales y tenerías industriales inferior de cincuenta pieles diarias.
26. ☐ Mataderos Industriales y Rastros municipales.
27. ☐ Fábricas de la industria química en cuyo proceso tecnológico no se generen sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
28. ☐ Plantas industriales procesadoras de pescados y mariscos.
29. ☐ Industria láctea y sus derivados.
30. ☐ Elaboración y procesamiento de concentrados para animales.
31. ☐ Fabricación de jabones, detergentes, limpiadores y desinfectantes.
32. ☐ Manejo de residuos no peligrosos resultantes de la producción de fertilizantes.
33. ☐ Cualquier Zona Franca Operaria y Zonas Francas de almacenamiento y manipulación de productos que no contengan sustancias tóxicas, peligrosas y similares, bajo techo y a cielo abierto, de armadura de piezas de acero y aluminio laminadas en frío, ensamblaje de artículos de fibra de vidrio, ensamblaje de artículos sobre piezas de madera, confecciones textiles sin lavado ni teñido, artículos y productos de arcilla y vidrio, confecciones de calzados.
34. ☐ Elaboración de artículos de fibra de vidrio.
35. ☐ Manipulación, procesamiento y transporte de aceites usados.
36. ☐ Fábricas y establecimientos dedicados a la reutilización del caucho.
37. ☐ Producción industrial de cal y yeso.
38. ☐ Gasolineras, planes de cierre, remodelación y rehabilitación.
39. ☐ Hospitales.
40. ☐ Zoológicos y zoo-criaderos.
41. ☐ Centros de acopio lechero.
42. ☐ Granjas porcinas.
43. ☐ Granjas avícolas.
44. ☐ Rellenos sanitarios de Desechos Sólidos no Peligrosos con un nivel de producción inferior a las 500,000 kg/día.
45. ☐ Prospección geotérmica y geológica.

	46. <input type="checkbox"/> Obra abastecimiento agua potable. Planta potabilizadora con poblaciones mayores de cien mil (100,000) habitantes y campos de pozos. 47. <input type="checkbox"/> Aserraderos.						
10	Etapa del proyecto: Prefactibilidad <input type="checkbox"/> Factibilidad <input type="checkbox"/>						
	Ubicación:		(11) Dirección exacta:				
12	Departamento:						
13	Municipio:						
14	Comarca:						
15	Coordenadas planas de los vértices del área del proyecto:						
16	Área ocupada por el proyecto (Ha):			Área ocupada por las infraestructura (Ha):			
17	Monto estimado de la Inversión Total del proyecto:					C\$	
18	Número de empleos directos:			Cantidad de Mujeres:		Vida útil del proyecto (años):	
III CARACTERIZACION DEL ENTORNO DEL PROYECTO							
19	Especifique cuáles de las siguientes áreas y/o componentes ambientales se encuentran en un radio de 500 metros del terreno donde se ubicará el proyecto:						
	Áreas Protegidas	Ríos, Manantiales	Esteros	Costa del Lago	Bienes Paleontológicos	Bienes Históricos	Otras Áreas Sensibles
	Nombres del Sitio: _____						
20	Especifique cuáles de las siguientes Actividades o Usos se desarrollan en las áreas colindantes con el proyecto en un radio de 500 m del terreno donde se ubicará el proyecto:						
	Residencial	Asistencial	Educativa	Turística	Religiosa	Industrial	Público Agrícola
	Nombres del Sitio: _____						
21	¿Existe algún riesgo para el proyecto originado por el entorno (geológico, climatológico, fluvial, antrópico o de otro tipo)? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> . En caso afirmativo especificar el tipo de riesgo: _____						

IV POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS QUE GENERA EL PROYECTO		
	Etapas del proyecto	POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS
22	Diseño	1
		2
		3
		4
23	Construcción	1
		2

		3
		4
		5
24	Operación	1
		2
		3
		4
		5
25	Abandono	1
		2
		3
		4
		5

NOTA: Use hojas adicionales si es necesario

V DEMANDAS DEL PROYECTO																																																
V.1 RECURSOS NO RENOVABLES																																																
26	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fuente de Abastecimiento</th> <th colspan="3">Consumo</th> </tr> <tr> <th>U.M.</th> <th>Construcción del proyecto</th> <th>Operación del proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua Procedente de la Red</td> <td>M3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua Procedente de pozos</td> <td>M3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua Procedente de otras fuentes</td> <td>M3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica procedente de red nacional</td> <td>Kw/hora</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica procedente fuente propia</td> <td>Kw/hora</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Fuente de Abastecimiento	Consumo			U.M.	Construcción del proyecto	Operación del proyecto	Agua Procedente de la Red	M3/día			Agua Procedente de pozos	M3/día			Agua Procedente de otras fuentes	M3/día			Energía eléctrica procedente de red nacional	Kw/hora			Energía eléctrica procedente fuente propia	Kw/hora																			
Fuente de Abastecimiento	Consumo																																															
	U.M.	Construcción del proyecto	Operación del proyecto																																													
Agua Procedente de la Red	M3/día																																															
Agua Procedente de pozos	M3/día																																															
Agua Procedente de otras fuentes	M3/día																																															
Energía eléctrica procedente de red nacional	Kw/hora																																															
Energía eléctrica procedente fuente propia	Kw/hora																																															
En caso de que la energía sea generada por fuente propia indicar el tipo: _____																																																
27	V.2. SUSTANCIAS PELIGROSAS																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción de las sustancias o productos</th> <th>U.M.</th> <th>Consumo mensual durante la operación del proyecto</th> <th>Forma o lugar de almacenamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				Descripción de las sustancias o productos	U.M.	Consumo mensual durante la operación del proyecto	Forma o lugar de almacenamiento																																								
Descripción de las sustancias o productos	U.M.	Consumo mensual durante la operación del proyecto	Forma o lugar de almacenamiento																																													

VI DESECHOS Y EMISIONES QUE GENERA EL PROYECTO	
	Describir los tipos de desechos y emisiones que generará el proyecto :

28	Tipos de desechos y emisiones del proyecto	U.M	Volumen generado mensual	Volumen generado anual	Manejo o lugar de eliminación
	Aguas residuales domésticas (son las aguas provenientes de la actividad doméstica)				
	Aguas residuales industriales (provenientes de corres de enfriamiento, calderas y lavados que no conlleven químicos o grasas)				
	Aguas residuales agropecuarias.				
	Emisión de partículas en suspensión				
	Emisión de gases tóxicos				
	Emisión de malos olores				
	Desechos sólidos domésticos (orgánicos, biodegradables)				
	Desechos sólidos industriales (papel, textiles, azufre, u otros)				
	Desechos sólidos comunes no combustibles (vidrio, mampostería, sedimentos, metales)				
	Desechos especiales (Generado por la industria o os procesos de tratamiento, lodos, bioinfecciosos, grasas)				
	Desechos radiactivos				

NOTA: use hojas adicionales si es necesario

VII	DECLARACION
<p>Yo, confirmo que toda la información suministrada en este instrumento y los anexos que la acompañan es verdadera y correcta y someto por este medio la Solicitud de Autorización Ambiental para realizar las actividades económicas que integra el proyecto antes descrito.</p> <p>Todas las personas naturales y jurídicas que participen, de cualquier modo, en el proceso de solicitud de Autorización Ambiental responderán por la veracidad de la información aportada y por las consecuencias que se deriven de su ocultamiento o falsedad de Conformidad al Artículo 16 de la Ley No. 559 2Ley especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales".</p> <p>Fecha de Solicitud :</p> <p>Firma de Solicitante o Representante Legal:</p> <p>Fecha de Recibido:</p> <p>Nombre, firma y Sello del funcionario autorizado que recibe:</p> <p>_____</p> <p>Nombre y Apellido</p>	
VIII	PROTECCION DE LA INFORMACION
29	Especifique cuales de los datos presentados en esta solicitud usted considera que no deben ser del dominio público.

ANEXO VII**Muestra de Acta de Inspección Ambiental (MARENA)**

**MINISTERIO
DEL
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**
Delegación Territorial MARENA-Managua

Acta de inspección

Número ____ Página ____ de ____

Nombre de la empresa / finca	Dirección	
Comarca/Barrio	Municipio	Departamento
Teléfono	Fax	Correo electrónico
Propietario de la empresa/finca	Representante legal de la empresa/finca	Enlace de la empresa/finca

Fecha de la inspección	Hora de la inspección
Nombre del inspector responsable	Su número de carnet
Participantes	Su número de carnet
Objetivo de la inspección	
Ubicación Geográfica (Coordenadas GPS)	

La presente inspección se realiza conforme a los artículos 81 hasta 85 del Decreto 9-96
Reglamento de la Ley 217: "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales".

**MINISTERIO
DEL
AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**
Acta de Inspección

Numeración de lo observado	Lugar/Área	Observado

Numero ____ Pagina ____ de ____.

La presente inspección se realiza conforme a los artículos 81 hasta 85 del Decreto 9-96 Reglamento de la Ley 217:
"Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales".

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Acta de inspección

Número ____ Página ____ de ____

Una vez leído el acta, el inspeccionado manifestó:

Firma de Participantes:

_____ Firma	_____ Firma
_____ Nombre Representante del MARENA	_____ Nombre Representante de la empresa/finca
_____ Firma	_____ Firma
_____ Nombre	_____ Nombre

La presente inspección se realiza conforme a los artículos 81 hasta 85 del Decreto 9-96; Reglamento de la Ley 217: "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales".

Anexo VIII

Muestra de Autorización Ambiental (MARENA)

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES DELEGACIÓN TERRITORIAL MARENA - MANAGUA

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA No. XXXXXX

Vista y examinada la documentación de la solicitud de Autorización Ambiental presentada por el señor xxxxx, en su calidad de representante legal del proyecto "xxxxx", a ubicarse xxxxx, municipio de Managua, departamento de Managua.

Vista inspección realizada el día xxxxx, con el objetivo de realizar inspección *in situ* para valorar el área en donde se pretende ejecutar el proyecto.

Basado en la valoración ambiental al sitio del proyecto, evaluaciones del emplazamiento, la documentación e información presentada en el formulario de solicitud de autorización ambiental, así como observando el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas obligatorias y criterios técnicos de buenas prácticas sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

CONSIDERANDO

I

Que la Constitución Política de Nicaragua, establece en su artículo 60 el derecho de los nicaragüenses de habitar en un ambiente saludable, siendo responsabilidad del Estado de Nicaragua garantizar mediante mecanismos e instrumentos de gestión ambiental, la protección, conservación, rescate y restauración de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente.

II

Que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), es la autoridad competente para establecer acciones y sanciones, de conformidad al Arto. 134 de la Ley 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

III

Que en el trámite de atención de la solicitud de Aprobación del Programa de Gestión Ambiental se han cumplido los procedimientos establecidos en el Decreto 76-2006 "Sistema de Evaluación Ambiental" y en el marco legal vigente, no presentándose objeción al desarrollo del presente proyecto "xxxxxxx".

POR TANTO

La Delegación Territorial MARENA-Managua, en uso de las facultades que le confiere el reglamento de la Ley 290 "Ley de organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo" por Decreto No.25-2006 en su Arto. 312, numeral 28; el Decreto 76-2006 "Sistema de Evaluación Ambiental" y en base a las consideraciones anteriores:

RESUELVE

PRIMERO: Otorgar Autorización Ambiental a la empresa, "xxxxxx", que consiste

1. Al proponente se le autoriza la ejecución de.....
2. La presente Autorización Ambiental se extiende exclusivamente para la ejecución de.....
3. El proponente, debe garantizar, que, para el manejo de las aguas residuales industriales se construya un sistema de aguas residuales que consista en.....
4. El proponente, debe garantizar que para el manejo de los sedimentos o lodos acumulados, sean retirados mensualmente, para su debido tratamiento en los lechos de secado, una vez tratados estos podrán ser destinados al vertedero municipal, previo a la autorización de la Alcaldía Municipal correspondiente, misma que debe ser presentada ante esta Delegación Territorial antes de entrar en funcionamiento.
5. El proponente, debe garantizar.....
6. El proponente del proyecto, debe garantizar.....
7. El proponente, debe presentar un plan.....
8. En caso de afectaciones no previstas a terceros por la operación del Proyecto, el representante legal será el responsable de realizar las correcciones o medidas necesarias para mitigar tales afectaciones causadas, las que deben ser notificadas al MARENA.
9. El proponente, debe cumplir con la ejecución de las medidas de prevención y seguridad de los riesgos naturales y antrópicos del Plan de contingencia y las medidas de mitigación descritas en el Programa de Gestión Ambiental, la cual debe estar a cargo de un regente ambiental calificado y con la experiencia necesaria que asegure el debido cumplimiento en materia de protección del ambiente y recursos naturales de la zona donde se realizarán las actividades relacionadas con el proyecto.

SEGUNDO: La Delegación MARENA-Managua, podrá con o sin previo aviso realizar las inspecciones que estime conveniente a cualquier día y a cualquier hora a las instalaciones del proyecto aprobado, a fin de verificar y dar seguimiento al cumplimiento de las cargas modales ambientales establecidas en esta autorización, así como cuando se presuma la realización de una actividad o hechos que afecten el ambiente o los recursos naturales.

TERCERO: En caso que el Proponente ejecute obras o actividades no autorizadas estará sujeto a amonestación, multas, suspensión temporal o cancelación de la Autorización, conforme a los procedimientos administrativos establecidos en la Ley 217 "Ley General del Medio Ambiente y los recursos naturales" y su Reforma Ley 647, así como lo previsto en su reglamento y demás ordenamiento jurídico en materia ambiental.

CUARTO: Las ampliaciones o modificaciones que se hagan al proyecto aprobado requieren de otra solicitud de Autorización Ambiental. El Proponente deberá realizar los trámites correspondientes ante el MARENA y las demás instituciones para su valoración y autorización si así procediera.

QUINTO: Serán causales de revocación de la Autorización Ambiental sin mayor trámite, cuando se determine qué el proponente:

- 1.-Ha incumplido a las cargas modales establecidas en la Autorización Ambiental.
- 2.-Ha iniciado obras y actividades propias del proyecto sin los correspondientes permisos, licencias y autorizaciones establecidas en la legislación vigente.
- 3.-No haber presentado al MARENA las demás autorizaciones, licencias y permisos, correspondiente del proyecto a ejecutar.
- 4.-Haber omitido información en la documentación del Programa de Gestión Ambiental, Perfil del Proyecto y demás requisitos de la solicitud de Autorización Ambiental.
- 5.-Presentar datos falsos y alterados en la solicitud de Autorización Ambiental, Programa de Gestión Ambiental, escrituras, cargas modales y otros.

SEXTO: Los proyectos a los que se haya otorgado Autorización Ambiental y que no sean ejecutados en un plazo de 18 meses, perderán su validez pudiendo el proponente solicitar la renovación con dos meses de anticipación siempre y cuando por evaluación que se realice mediante inspección se comprueba que se mantienen las mismas condiciones medio ambientales del sitio y de las obras propuestas del proyecto a ejecutar.

SEPTIMO: La presente Autorización Ambiental es válida únicamente para la ejecución del proyecto en el sitio especificado en la solicitud y las actividades establecidas, aprobadas y presentadas al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Dado en la ciudad de Managua, a los veintiocho días del mes de febrero del año dos mil trece.

CC:

Cra. Junita Argeñal S/ Ministra MARENA
Cro. Roberto Araquistáin/ Vice Ministro MARENA
Cra. Ana Marcia Zeledón/ Secretaria General MARENA
Expediente MGA-A0115-0712

Cro. Norman Gutiérrez
Delegado Territorial
MARENA-Managua.

Anexo IX Matriz de Importancia Etapa de Construcción

[illegible]

ETAPA DE CONSTRUCCION															M002																							
ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12					
		impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
		Carácter		Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)					Importancia [I= - (3IM + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]					Valor Máximo de Importancia	
		Signo		I					Ex					Mo		Pr	Rv		Ac		Pb		Ef		Pr	PS					S	S						
2. Construcción y adecuación de caminos de acceso	AMBIENTE BIOLOGICO																																					
	Flora	-1	3					2					4		1	2		2		4		4		1		4					-35	100						
	Fauna	-1	3					2					4		1	2		2		4		4		1		4					-35	100						
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																					
	Aspecto social	-1	1					1					1		1	1		1		1		4		2		1					-17	100						
	Aspecto cultural	-1	3					1					4		2	1		1		1		4		2		2					-28	100						
	Aspecto economico	1	3					2					4		1	2		2		4		4		1		4					35	100						
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																					
	Estética del proyecto	-1	1					2					2		2	2		2		4		1		2		2					-24	100						
	Uso del territorio	-1	2					1					2		2	2		2		4		4		1		1					-26	100						
Paisaje	-1	2					1					2		2	2		2		4		4		1		1					-26	100							
3. Circulación de maquinarias, operación de equipos y transporte de materiales	MEDIO FISICO																																					
	Calidad del aire	-1	2					1					4		1	1		1		1		1		1		1					-19	100						
	Ruido y Vibraciones	-1	3					2					2		2	1		1		1		4		1		1					-26	100						
	Ahorro de emisiones	0	0					0					0		0	0		0		0		0		0		0					0	100						
	Geomorfología	-1	1					2					1		2	2		2		4		4		1		2					-25	100						
	Suelo	-1	1					1					1		1	1		1		2		4		4		1		1					-20	100				
	agua superficial	-1	1					1					1		1	1		1		2		4		4		1		1					-20	100				
	Agua subterránea	0	0					0					0		0	0		0		0		0		0		0					0	100						
	AMBIENTE BIOLOGICO																																					
	Flora	-1	2					1					2		2	2		2		4		4		1		1					-26	100						
	Fauna	-1	2					1					2		2	2		2		4		4		1		1					-26	100						
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																					
	Aspecto social	-1	1					1					1		1	1		1		1		4		2		1					-17	100						
	Aspecto cultural	-1	3					1					4		2	1		1		1		4		2		2					-28	100						
	Aspecto economico	1	3					2					4		1	2		2		4		4		1		4					35	100						

ETAPA DE CONSTRUCCION															M002																							
ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12						
		impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
		Carácter	Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)		Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)					Importancia [I= -(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]						
		Signo	I					Ex					Mo		Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					S	S					
3. Circulación de maquinarias, operación	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																					
	Estetica del proyecto	-1	1					2					2		2		2		2		4		1		2		2					-24	100					
	Uso del territorio	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100					
	Paisaje	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100					
4. Excavacion, zanjeo y movimiento de tierra	MEDIO FISICO																																					
	Calidad del aire	-1	2					1					4		1		1		1		1		1		1		1		1					-19	100			
	Ruido y Vibraciones	-1	3					1					2		2		1		1		1		4		1		1					-24	100					
	Ahorro de emisiones	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Geomorfologia	-1	1					2					1		2		2		2		4		4		1		2					-25	100					
	Suelo	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		2					-27	100					
	agua superficial	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100					
	Agua subterranea	-1	1					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-23	100					
	AMBIENTE BIOLOGICO																																					
	Flora	-1	3					2					4		1		2		2		4		4		1		4					-35	100					
	Fauna	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100					
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																					
	Aspecto social	-1	1					1					1		1		1		1		1		4		2		1					-17	100					
	Aspecto cultural	-1	3					1					4		2		1		1		1		4		2		2					-28	100					
	Aspecto economico	1	3					2					4		1		2		2		4		4		1		4					35	100					
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																					
	Estetica del proyecto	-1	1					2					2		2		2		2		4		1		2		2					-24	100					
	Uso del territorio	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100					
Paisaje	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		1					-26	100						
5. Fundaciones y montaje de estructuras	MEDIO FISICO																																					
	Calidad del aire	-1	1					1					1		1		1		1		1		4		1		1					-16	100					
	Ruido y Vibraciones	-1	3					1					2		2		1		1		1		4		1		1					-24	100					
	Ahorro de emisiones	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Geomorfologia	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Suelo	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		2					-27	100					
	agua superficial	-1	2					1					2		2		2		2		4		2		1		2					-25	100					
	Agua subterranea	-1	2					1					2		2		2		2		4		4		1		2					-27	100					

ACTIVIDAD IMPACTANTE		IMPACTOS		ETAPA DE CONSTRUCCION																																M002						
				VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
				(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia					
				impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo			Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
				Carácter	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)	Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																												
Signo	I	Ex	Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																														
5. Fundaciones y montaje de estructuras	AMBIENTE BIOLOGICO																																									
	Flora	-1			2				1				2			2			2			2			4		4		1			1			-26	100						
	Fauna	-1			2				1				2			2			2			2			4		4		1			1			-26	100						
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																									
	Aspecto social	-1			1				1				1			1			1			1			1		4		2			1			-17	100						
	Aspecto cultural	-1			3				2				4			4			4			1			1		4		1			4			-36	100						
	Aspecto economico	1			3				2				4			1			2			2			4		4		1			4			35	100						
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																									
	Estetica del proyecto	-1			1				2				2			2			2			2			4		1		2			2			-24	100						
	Uso del territorio	-1			2				1				2			2			2			2			1		4		1			1			-23	100						
Paisaje	-1			2				1				2			2			2			2			1		4		1			1			-23	100							
6. Levantamiento de torres e instalaciones electricas	MEDIO FISICO																																									
	Calidad del aire	-1			1				1				1			1			1			1			1		4		1			1			-16	100						
	Ruido y Vibraciones	-1			3				2				2			2			1			1			1		4		1			1			-26	100						
	Ahorro de emisiones	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	Geomorfologia	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	Suelo	-1			2				1				2			2			2			2			4		4		1			1			-26	100						
	agua superficial	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	Agua subterranea	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	AMBIENTE BIOLOGICO																																									
	Flora	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	Fauna	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																									
	Aspecto social	-1			1				1				1			1			1			1			1		4		2			1			-17	100						
	Aspecto cultural	0			0				0				0			0			0			0			0		0		0			0			0	100						
	Aspecto economico	1			3				2				4			1			2			2			4		4		1			4			35	100						
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																									
	Estetica del proyecto	-1			1				2				2			2			2			2			4		1		2			2			-24	100						
	Uso del territorio	-1			2				1				2			2			2			2			4		4		1			1			-26	100						
Paisaje	-1			2				1				2			2			2			2			4		4		1			1			-26	100							

		ETAPA DE CONSTRUCCION																										M002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Carácter		Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)					Importancia [I= - (3IM + 2EX + MO + PE + RY + AC + PB + EF + PR + PS)]					Valor Máximo de Importancia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Signo		I					Ex					Mo		Pr	Rv		Ac	Pb	Ef	Pr	PS					S	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
7. Terminacion de obra	MEDIO FISICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Calidad del aire	-1		1					1					1		1	1	1	1	1	4	1		1	-16	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Ruido y Vibraciones	-1		3					1					2		2	1	1	1	4	1		1	-24	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Ahorro de emisiones	0		0					0					0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</

ETAPA DE CONSTRUCCION														M002																										
ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia II= - [3IN + 2EX + MO + PE + PY + AC + PB + EF + PR + PS]]	Valor Máximo de Importancia			
		impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media			Alta	Máxima	Total
		Carácter	Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)		Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)													
		Signo	I					Ex					Mo		Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					S	S							
8. Generacion y disposicion de residuos	MEDIO SOCIOECONOMICO																																							
	Aspecto social	-1	1					1					1		1		1		1		1		1		4		2		1					-17	100					
	Aspecto cultural	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Aspecto economico	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																							
	Estetica del proyecto	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100			
	Uso del territorio	-1	1					2					2		2		2		2		2		4		1		1		2					-23	100					
	Paisaje	-1	1					2					2		2		2		2		2		4		1		1		2					-23	100					
9. Contingencias	MEDIO FISICO																																							
	Calidad del aire	-1	3					1					1		1		1		1		1		4		4		1		1					-25	100					
	Ruido y Vibraciones	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Ahorro de emisiones	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	Geomorfologia	-1	3					2					4		2		2		4		4		4		4		1		2					-36	100					
	Suelo	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		2					-36	100					
	agua superficial	-1	3					2					4		2		2		4		4		4		4		1		2					-36	100					
	Agua subteranea	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-53	100					
	AMBIENTE BIOLOGICO																																							
	Flora	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-53	100					
	Fauna	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-53	100					
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																							
	Aspecto social	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-53	100					
	Aspecto cultural	-1	8					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-53	100					
	Aspecto economico	0	0					0					0		0		0		0		0		0		0		0		0					0	100					
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																							
	Estetica del proyecto	-1	3					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-38	100					
	Uso del territorio	-1	3					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-38	100					
Paisaje	-1	3					2					4		2		2		4		4		4		4		1		4					-38	100						

Anexo X Matriz de Importancia Etapa de Operación y Mantenimiento

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO MICRO EOLICO

ACTIVIDAD IMPACTANTE		IMPACTOS	ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO																																M004				
			VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				
			(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12					
			Carácter	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)			Persistencia (permanencia del efecto)			Reversibilidad (recuperabilidad)			Acumulación (incremento progresivo)			Probabilidad (certidumbre de aparición)			Efecto (relación causa efecto)			Periodicidad (regularidad de manifestación)			Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)			Importancia I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)	Valor Máximo de Importancia				
		Signo	I					Ex					Mo			Pr			Rv			Ac			Pb			Ef			Pr			PS			S	S	
1. Operación del sistema micro eólico		MEDIO FISICO																																					
		Calidad del aire	-1	1					1					1			1			2			4			4			1			1			-20	100			
		Ruido y Vibraciones	-1	3					1					2			2			1			1			4			1			1			-24	100			
		Ahorro de emisiones	1	8					4					4			4			2			2			4			4			4			60	100			
		Geomorfología	0	0					0					0			0			0			0			0			0			0			0	100			
		Suelo	-1	1					2					2			2			2			2			4			1			1			-23	100			
		agua superficial	-1	1					1					1			1			1			1			4			1			1			-16	100			
		Agua subterránea	-1	1					1					1			1			1			1			4			1			2			-17	100			
		AMBIENTE BIOLOGICO																																					
		Flora	-1	0					0					0			0			0			0			0			0			0			0			0	100
		Fauna	-1	2					1					2			2			2			2			4			4			1			2			-27	100
		MEDIO SOCIOECONOMICO																																					
		Aspecto social	-1	2					1					4			1			1			1			1			1			2			1			-20	100
		Aspecto cultural	-1	2					1					4			2			1			1			1			4			2			2			-25	100
		Aspecto economico	1	3					4					4			4			2			2			4			4			4			4			45	100
		AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																					
		Estetica del proyecto	0	0					0					0			0			0			0			0			0			0			0			0	100
		Uso del territorio	-1	2					2					2			2			2			2			4			4			2			2			-30	100
		Paisaje	-1	2					2					2			2			2			2			4			4			2			2			-30	100
		2. Mantenimiento del sistema micro eólico		MEDIO FISICO																																			
Calidad del aire	-1			1					1					4			1			1			2			1			1			4			2			-21	100
Ruido y Vibraciones	-1			3					1					2			2			1			1			1			4			1			1			-24	100
Ahorro de emisiones	0			0					0					0			0			0			0			0			0			0			0			0	100
Geomorfología	0			0					0					0			0			0			0			0			0			0			0			0	100
Suelo	-1			1					2					2			2			2			2			4			1			1			-23	100			
agua superficial	-1			1					1					1			1			1			1			4			1			1			-16	100			
Agua subterránea	0			1					1					1			2			2			1			1			1			1			2			0	100
AMBIENTE BIOLOGICO																																							
Flora	-1			2					1					2			2			2			2			4			4			1			1			-26	100
Fauna	-1			1					2					2			2			2			2			4			1			1			2			-23	100
MEDIO SOCIOECONOMICO																																							
Aspecto social	-1			2					1					4			1			1			1			1			1			2			1			-20	100
Aspecto cultural	-1			2					1					4			2			1			1			1			4			2			2			-25	100
Aspecto economico	1			3					4					4			4			2			2			4			4			4			4			45	100
AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																							
Estetica del proyecto	-1			2					2					2			2			2			2			1			1			1			2			-23	100
Uso del territorio	-1			1					2					2			2			2			2			4			1			1			2			-23	100
Paisaje	-1			1					2					2			2			2			2			4			1			1			2			-23	100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO MICRO EOLICO

ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO															M004																														
ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																											
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12												
		Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a e. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total							
		Carácter	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)				Persistencia (permanencia del efecto)				Reversibilidad (recuperabilidad)				Acumulación (incremento progresivo)				Probabilidad (certidumbre de aparición)				Efecto (reales o causa efecto)				Periodicidad (regularidad de manifestación)				Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)				Importancia I= - (3M + 2EX + MD + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)		Valor Máximo de Importancia			
		Signo	I	Ex				Mo				Pr				Rv				Ac				Pb				Ef				Pr				PS				S	S				
3. Generacion y disposicion de residuos	MEDIO FISICO																																												
	Calidad del aire	-1	1	1				1				1				1				1				4				1				1				-16	100								
	Ruido y Vibraciones	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0	100								
	Ahorro de emisiones	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0	100								
	Geomorfología	-1	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0	100								
	Suelo	-1	1	2				2				2				2				2				4				1				1				-23	100								
	agua superficial	-1	1	1				1				1				1				1				1				4				1				1				-16	100				
	Agua subteranea	0	1	1				1				1				1				2				2				1				4				1				2				0	100
	AMBIENTE BIOLOGICO																																												
	Flora	-1	1	1				1				1				1				2				4				4				1				1				-20	100				
	Fauna	-1	1	1				1				1				1				2				4				4				1				1				-20	100				
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																												
	Aspecto social	-1	1	1				1				1				1				1				1				4				2				1				-17	100				
	Aspecto cultural	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	Aspecto economico	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																												
	Estetica del proyecto	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	Uso del territorio	-1	1	1				1				1				1				2				4				4				1				1				-20	100				
	Paisaje	-1	1	1				1				1				1				2				4				4				1				1				-20	100				
4. Contingencias	MEDIO FISICO																																												
	Calidad del aire	-1	2	2				2				4				2				2				4				1				4				1				2				-30	100
	Ruido y Vibraciones	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	Ahorro de emisiones	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	Geomorfología	-1	3	2				4				2				2				4				4				4				1				4				-38	100				
	Suelo	-1	8	2				4				4				2				2				4				4				1				2				-51	100				
	agua superficial	-1	3	2				4				4				2				2				4				4				1				4				-38	100				
	Agua subteranea	-1	8	2				4				2				2				4				4				4				1				2				-51	100				
	AMBIENTE BIOLOGICO																																												
	Flora	-1	8	2				4				2				2				4				4				4				1				4				-53	100				
	Fauna	-1	8	2				4				2				2				4				4				4				1				4				-53	100				
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																												
	Aspecto social	-1	8	2				4				2				2				4				4				4				1				4				-53	100				
	Aspecto cultural	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	Aspecto economico	0	0	0				0				0				0				0				0				0				0				0				0	100				
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																												
	Estetica del proyecto	-1	3	2				4				2				2				4				4				4				1				4				-38	100				
	Uso del territorio	-1	2	2				2				1				1				1				4				2				1				2				-24	100				
	Paisaje	-1	2	2				2				1				1				1				4				2				1				2				-24	100				

Anexo XI Matriz de Importancia Etapa de Desmantelamiento

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO MICRO EOLICO																																								
ETAPA DE DESMANTELAMIENTO																										M002														
ACTIVIDAD IMPACTANTE	I M P A C T O S	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= - (3IM + 2EX + MD + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia			
		impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media			Alta	Máxima	Total
		Carácter		Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)		Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)												
		Signo		I					Ex					Mo		Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					S	S						
1. Abandono y retiro de instalaciones del sistema micro eolico	MEDIO FISICO																																							
	Calidad del aire	-1		1					1					1			1			1			1		1		4		1			2		-17	100					
	Ruido yVibraciones	-1		3					2					2			2			1			1		1		4		1			1		-26	100					
	Ahorro de emisiones	0		0					0					0			0			0			0		0		0		0			0		0	100					
	Geomorfología	1		2					1					2			2			2			2		4		4		2			2		28	100					
	Suelo	1		2					1					2			2			2			2		4		4		2			2		28	100					
	agua superficial	-1		2					1					2			2			2			2		4		4		1			1		-26	100					
	Agua subteranea	-1		1					1					1			1			1			1		1		4		1			1		-16	100					
	AMBIENTE BIOLOGICO																																							
	Flora	1		1					1					4			2			1			1		1		4		4			2		24	100					
	Fauna	1		3						2					4			1			2			2		4		4		1			4		35	100				
	MEDIO SOCIOECONOMICO																																							
	Aspecto social	-1		1					1					1			1			1			1		1		4		1			1		-16	100					
	Aspecto cultural	1		2					1					4			2			1			1		1		4		2			2		25	100					
	Aspecto economico	1		3					2					4			1			2			2		4		4		1			4		35	100					
	AMBIENTE DE INTERES HUMANO																																							
Estetica del proyecto	-1		1					2					2			2			2			2		4		4		1			4		-28	100						
Uso del territorio	1		3					2					4			1			2			2		4		4		1			4		35	100						
Paisaje	1		3					2					4			1			2			2		4		4		1			4		35	100						
2. Generacion y disposicion de residuos	MEDIO FISICO																																							
	Calidad del aire.	-1		1					1					1			1			1			1		1		4		1			1		-16	100					
	Ruido yVibraciones	0		0					0					0			0			0			0		0		0		0			0		0	100					
	Ahorro de emisiones	0		0					0					0			0			0			0		0		0		0			0		0	100					
	Geomorfología	0		0					0					0			0			0			0		0		0		0			0		0	100					
	Suelo	-1		2					1					4			2			2			1		1		4		4			4		-30	100					
	agua superficial	-1		2					1					4			2			2			1		1		4		4			4		-30	100					
	Agua subteranea	-1		2					1					2			2			2			1		1		4		4			2		-26	100					

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO MICRO EOLICO																																								
ETAPA DE DESMANTELAMIENTO																									M002															
ACTIVIDAD IMPACTANTE	I M P A C T O S	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
		(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= - (3I+ 2EX + MO + PE + RY + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia								
		Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo			Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
		Carácter		Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)			Persistencia (permanencia del efecto)		Reversibilidad (recuperabilidad)		Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)											
		Signo		I					Ex					Mo			Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					s	s					
2. Generación y disposición de residuos	AMBIENTE BIOLÓGICO																																							
	Flora	-1		1					1					1			1		1		1		2		4		4		1		1		-20	100						
	Fauna	-1		1					1					1			1		1		1		2		4		4		1		1		-20	100						
	MEDIO SOCIOECONÓMICO																																							
	Aspecto social	-1		1					1					1			1		1		1		1		1		4		1		1		-16	100						
	Aspecto cultural	0		0					0					0			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	100				
	Aspecto económico	0		0					0					0			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	100				
	AMBIENTE DE INTERÉS HUMANO																																							
	Estética del proyecto	0		0					0					0			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	100				
	Uso del territorio	-1		1					1					1			1		1		1		2		4		4		1		1		-20	100						
Paisaje	-1		1					1					1			1		1		1		2		4		4		1		2		-21	100							
3. Contingencia	MEDIO FÍSICO																																							
	Calidad del aire	-1		2					2					4			2		2		4		4		1		4		1		2		-30	100						
	Ruido y Vibraciones	0		0					0					0			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	100				
	Ahorro de emisiones	0		0					0					0			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	100				
	Geomorfología	-1		3					2					4			2		2		4		4		4		4		1		4		-38	100						
	Suelo	-1		8					2					4			2		2		4		4		4		4		1		4		-53	100						
	Agua superficial	-1		3					2					4			2		2		4		4		4		4		1		4		-38	100						
	Agua subterránea	-1		8					2					4			2		2		4		4		4		4		1		2		-51	100						
	AMBIENTE BIOLÓGICO																																							
	Flora	-1		3					2					4			2		2		4		4		4		4		1		2		-36	100						
	Fauna	-1		8					2					4			2		2		4		4		4		4		1		4		-53	100						

3. Contingencia

Anexo XII Matriz de Valoración de Impactos del Sistema Micro Eólico

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS																							M003		IMPORTANCIA MEDIA TOTAL
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO			ETAPA: CONSTRUCCIÓN										ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
			ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO										ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO						ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO						
			Preparacion y limpieza del terreno	Construcción y adecuación de caminos de acceso y servidumbre	Circulación de maquinaria, operación de equipos y transporte de maquinaria	Excavacion, zanjeo y movimiento de tierra	Fundaciones y montaje de estructura	Levantamiento de torres e instalación eléctrica	Terminación de obra	Generacion y disposicion de residuos	Contingencias	Valor Medio	Operación del sistema micro eólico	Mantenimiento de equipos e instalación del sistema micro eólico	Generacion y disposicion de residuos	Contingencias	Valor Medio	Abandono y retiro de instalaciones	Generacion y disposicion de residuos	Contingencias	Valor Medio				
MEDIO	FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9		C10	C11	C12	C13		C14	C15	C16					
MEDIO FISICO	Calidad del aire	M1	-21	-19	-19	-19	-16	-16	-16	-16	-25	-19	-20	-21	-16	-30	-22	-17	-16	-30	-21	-20			
	Ruido y Vibraciones	M2	-24	-26	-26	-24	-24	-26	-24	0	0	-19	-24	-24	0	0	-12	-26	0	0	-9	-13			
	Ahorro de emisiones	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	15	0	0	0	0	5			
	Geomorfología	M4	-35	-32	-25	-25	0	0	0	0	-36	-17	0	0	0	-38	-10	28	0	-38	-3	-10			
	Suelo	M5	-35	-33	-20	-27	-27	-26	-26	-20	-51	-29	-23	-23	-23	-51	-30	28	-30	-53	-18	-26			
	agua superficial	M6	-26	-29	-20	-26	-25	0	0	-19	-36	-20	-16	-16	-16	-38	-22	-26	-30	-38	-31	-24			
	Agua subterránea	M7	0	0	0	-23	-27	0	0	-25	-53	-14	-17	0	0	-51	-17	-16	-26	-51	-31	-21			
Importancia Media del medio fisico												-17					-14					-16	-16		
MEDIO BIOLOGICO	Flora	M8	-35	-35	-26	-35	-26	0	0	-20	-53	-26	0	-26	-20	-53	-25	24	-20	-36	-11	-20			
	Fauna	M9	-35	-35	-26	-26	-26	0	0	-20	-53	-25	-27	-23	-20	-53	-31	35	-20	-53	-13	-23			
	Importancia Media del medio biologico											-25					-28					-12	-21		
MEDIO SOCIOECONOMICO	Aspecto social	M10	-23	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-53	-22	-20	-20	-17	-53	-28	-16	-16	-51	-28	-26			
	Aspecto cultural	M11	-27	-28	-28	-28	-36	0	0	0	-53	-22	-25	-25	0	0	-13	25	0	0	8	-9			
	Aspecto economico	M12	35	35	35	35	35	35	35	0	0	27	45	45	0	0	23	35	0	0	12	20			
	Importancia Media del medio socioeconomico											-6					-6					-3	-5		
AMBIENTE DE INTERES HUMANO	Estetica del proyecto	M13	-26	-24	-24	-24	-24	-24	-24	0	-38	-23	0	-23	0	-38	-15	-28	0	-36	-21	-20			
	Uso del territorio	M14	-26	-26	-26	-26	-23	-26	-26	-23	-38	-27	-30	-23	-20	-24	-24	35	-20	-24	-3	-18			
	Paisaje	M15	-26	-26	-26	-26	-23	-26	-26	-23	-38	-27	-30	-23	-20	-24	-24	35	-21	-25	-4	-18			
Importancia Media del ambiente de interes humano												-25					-21					-9	-19		
IMPORTANCIA MEDIA TOTAL DEL SISTEMA MICRO EOLICO																							-15		